

Inka-Maria Jämsén

DIS-DOSIMETRIN KÄYTTÖ JA LUOTETTAVUUS

DIS-DOSIMETRIN KÄYTTÖ JA LUOTETTAVUUS

Inka-Maria Jämsén
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Radiografian ja sädehoidon tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelma

Tekijä: Inka-Maria Jämsén

Opinnäytetyön nimi: DIS-dosimetrin käyttö ja luotettavuus -

Työn ohjaaja: Anja Henner, Anna-Leena Manninen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020

Sivumäärä: 34 + 5

Isotooppiosastolla työskennellessä työntekijän säteilyaltistus on väistämätöntä. Säteilylain mukaan toiminnanharjoittajan on järjestettävä luokkaan A kuuluvalla henkilökunnalle henkilökohtainen annosseuranta.

Oulun yliopistollisen sairaalan (OYS) isotooppiosaston henkilökunta sai käyttöönsä marraskuussa 2019 uudet DIS-1-dosimetrit edeltävien termoloistedosimetrien tilalle. Tämän tutkimuksen tarkoitus oli vertailla sen annoskeräystietoja termoloistedosimetriin, sekä selvittää, oliko eri työpisteillä vaikutusta henkilökohtaiseen säteilyannokseen. Tutkimuksessa kartoitettiin myös henkilökunnan kokemuksia DIS-dosimetrin käytöstä.

Mittaukset toteutettiin OYSin isotooppiosastolla yhden mittausjakson (4 vk) aikana. Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin osuus Suomessa toteutetuista isotooppitutkimuksista ja -hoidoista oli vuonna 2015 5,2 %, eli 2173 kappaletta. Kaksi röntgenhoitajaa ja kaksi harjoittelussa olevaa opiskelijaa osallistuivat tutkimukseen, ja he käyttivät mittausjakson ajan sekä termoloistedosimetriä, että DIS-dosimetriä. Osallistujat kirjasivat päivittäin tutkimusta varten suunniteltuun lomakkeeseen työpisteensä, käyttämänsä radionuklidit, sekä päivittäiset DIS-dosimetrien lukemat. Lomakkeen täytön lisäksi opiskelijat kirjoittivat päivittäin oppimispäiväkirjan muodossa pohdintoja työpisteidensä vaikutuksista säteilyannokseen. Henkilökunnan kokemuksia kartoitettiin anonyymien kyselylomakkeen avulla.

DIS-dosimetrien ja termoloistedosimetrien annoslukemat poikkesivat toisistaan mittausjakson päätteeksi. Jokaisella osallistujalla termoloistedosimetrin lukema oli DIS-dosimetrin lukemaa suurempi. Suurin poikkeama havaittiin opiskelijalla 2, jolla termoloistedosimetriin kertynyt syväannos oli 54 % suurempi, ja pinta-annos 83,4 % suurempi, kuin DIS-dosimetriin kertyneet annokset. Työpisteiden vaikutuksesta huomattiin, että työntekijöille ja opiskelijoille kertyi eniten annosta viikkoina, jolloin he olivat työskennelleet PET-TT-potilaiden valmistelussa, radiolääkeinjektioiden parissa sekä radiofarmasiassa. Vähiten säteilyannosta kertyi kuvaushuoneissa työskentelystä. Opiskelijat olivat tehneet huomioineet oppimispäiväkirjoissaan annoksen nousseen erityisesti valmistellessa potilaita PET-tutkimuksiin. Henkilökunnan käyttökokemukset DIS-dosimetristä olivat positiivisia; vastaajista 87,5 % kokivat annosseurannan helpottuneen erittäin paljon. Erittäin hyödylliseksi reaaliaikaisen annosseurannan koki 75 % vastaajista.

Jatkotutkimushaasteena on selvittää DIS-dosimetrien ja termoloistedosimetrien välisten poikkeamien syitä. Jatkotutkimuksen voisi toteuttaa hallitussa ympäristössä, jossa dosimetrien kulma-riippuvuus, sekä muut ulkoiset tekijät pystytään huomioimaan.

Asiasanat: DIS-1-dosimetri, annosmittaus, säteilyannos, termoloistedosimetri, isotooppilääketiede

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Radiography and Radiation Therapy

Author(s): Inka-Maria Jämsén

Title of thesis: DIS-dosimetrin käyttö ja luotettavuus

Supervisor(s): Anja Henner, Anna-Leena Manninen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2020

Number of pages: 34 + 5

In November 2019, the Department of Nuclear Medicine in Oulu University hospital (OYS) received new DIS-1 dosimeters to replace the former thermoluminescence dosimeters. The purpose of this study was to examine if there were any deviation in the dose amounts between thermoluminescence and DIS-1 dosimeters after one measurement period (4 weeks), to study if the workstations had any impact on personnel's doses, and to map personnel's opinions about DIS-dosimeters usability.

The study took place in the Department of Nuclear Medicine in OYS and was performed with two radiographers and two students, who wore both DIS-1 and thermoluminescence dosimeters for a four-week measurement period. The participants used a particular form in which they marked their every-day-dose and their working stations, as well the students also kept a journal in which they considered if their workstation had any effects on their personal radiation dose. After the measurement period personnel answered in questionnaire about the usability of DIS-1 dosimeter.

As a conclusion, there was deviation between doses measured with DIS-dosimeter and thermoluminescence dosimeter. The doses measured with thermoluminescence dosimeters were higher with every participant, than doses measured with DIS-dosimeters. The biggest deviation was measured with Student 2, whose external dose was 83,4 % higher when measured with thermoluminescence dosimeter. There were discovered an effect in radiation dose by employee's workstation. While preparing patients for PET-CT exams and radioactive injections, participants gained most of their radiation dose. The students in their journals also noted this. 87,5 % of employees who answered the questionnaire, thought that dose monitoring is very much easier with DIS-dosimeter.

Suggestion for follow-up research is to continue measurements with both thermoluminescence and DIS-dosimeters in such conditions where the angle of radiation beam can be acknowledged in measurements.

Keywords: dis-1 dosimeter, dose measurement, radiation dose, thermoluminescence dosimeter, nuclear medicine

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	HENKILÖKUNNAN ANNOSSEURANTA ISOTOOPPITYÖSKENTELYSSÄ	7
2.1	Isotooppitutkimukset Suomessa	8
2.2	Työskentely isotooppiosastolla	8
2.3	Henkilökohtainen annosseuranta	9
2.3.1	DIS-dosimetri	9
2.3.2	Termoloistedosimetri	12
3	TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA TARKOITUS	13
4	TUTKIMUSMETODOLOGIA	14
5	TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN	15
5.1	Tutkimuksen suunnittelu ja aikataulu	15
5.2	Aineiston keruu	16
5.3	Aineiston analyysi	16
6	TUTKIMUSTULOKSET	18
6.1	DIS- ja termoloistedosimetrien annokset	18
6.1.1	DIS-1 -dosimetrien päivittäiset annoslukemat	18
6.1.2	Annoskertymät mittausjakson jälkeen	19
6.1.3	Syväannokset	20
6.1.4	Pinta-annokset	21
6.2	Työpisteen vaikutus säteilyannokseen	22
6.2.1	Opiskelijoiden huomiot säteilyannoksen kertymisestä	23
6.3	Henkilökunnan käyttökokemukset DIS-dosimetristä	23
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	25
8	POHDINTA	26
8.1	Tutkimustulosten tarkastelu	26
8.2	Tutkimuksen luotettavuus	27
8.3	Tutkimuksen eettisyys	29
8.4	Omat oppimiskokemukset ja jatkotutkimushaasteet	29
	LÄHTEET	31
	LIITTEET	35

1 JOHDANTO

Isotooppitutkimuksissa säteilylähteenä toimii potilas. Potilas saa esimerkiksi oraalisesti tai laskimonensisäisesti kemiallisella yhdisteellä leimattua radionuklidia, jota kutsutaan radioaktiiviseksi lääkkeeksi. (Korpela 2004, 228) Tämän jälkeen kehossa oleva radioaktiivisen lääkkeen jakauma havaitaan gammakameralla. Potilaasta emittoituva gammasäteily sekä radioaktiivisten lääkkeiden kanssa työskentely aiheuttaa henkilökunnalle jatkuvan säteilyaltistuksen, minkä vuoksi isotooppi-osastolla henkilökunnan säteilyaltistuksen seuranta on erityisen tärkeää (McParland 2010, 1).

Suomessa vuonna 2018 oli annostarkkailussa 12 002 työntekijää. Annosrekisteriin, jota STUK (Säteilyturvakeskus) ylläpitää, tehtiin annoskirjauksia yhteensä 75 852 kappaletta. (Pastila 2019, viitattu 29.4.2020) Säteilytyössä olevan henkilökunnan säteilyaltistuksen tarkkailuun käytetään työvaatteisiin kiinnitettävää henkilödosimetriä. Lisäksi säteilytyöntekijät käyttävät sormiannoksien mittaamiseen tarkoitettuja sormidosimetrejä. Oulun yliopistollisen keskussairaalan (OYS) isotooppiosastolla käytetään sekä henkilödosimetriä, että sormidosimetriä. Dosimetrit ovat jokaiselle työntekijälle henkilökohtaiset, jotta annosseurantaa voidaan tehdä yksilöllisesti. OYS:n isotooppiosaston henkilökunnan työtehtäviin kuuluu mm. radioaktiivisten lääkkeiden käyttökuntoon saataminen, PET-TT -tutkimuksien valmistelu ja niihin liittyvät radiolääkeinjektiot, laadunvarmistustestien tekeminen, sekä gammakuvausten suorittaminen.

Tutkimuksen aihe on ideoitu yhdessä yliopettaja Anja Hennerin, sekä isotooppiosaston sairaala-fyysikon Anna-Leena Mannisen kanssa. Tässä tutkimuksessa tarkoituksena oli kartoittaa DIS-dosimetrin käytettävyyttä ja verrata sen ja termoloistedosimetrin annoskeräystietoja keskenään. Tutkimuksen kohteena on Oulun yliopistollisen keskussairaalan isotooppiosaston henkilökunta ja heidän käytössään olevat DIS-dosimetrit. Tavoitteena oli selvittää, miten eri työpisteillä työskentelely vaikuttaa henkilökunnan säteilyannokseen, ja poikkeavatko DIS- ja termoloistedosimetreihin kertyneet annokset toisistaan.

2 HENKILÖKUNNAN ANNOSSEURANTA ISOTOOPPITYÖSKENTELYSSÄ

Suomessa ydinvoima- ja säteilyturvallisuutta valvoo Säteilyturvakeskus (STUK). STUK valvoo säteilynkäytön turvallisuutta, sekä säteilytyöntekijöiden ja potilaiden säteilyaltistusta. STUK valvoo radioaktiivisten aineiden kuljetusta, työntekijöiden ja potilaiden säteilyaltistusta sekä radioaktiivisten lääkeaineiden laatua. Ennen toiminnan aloittamista STUK myöntää toiminnan harjoittajalle turvallisuusluvan, josta käy ilmi toiminnan harjoittajan tiedot, turvallisuusarvio, turvajärjestelmä, toiminnan tarkoitus, toiminnan harjoituspaikka, radioaktiivisten jätteiden käsittelysuunnitelma, turvallisuusvastaavan ja -asiantuntijan pätevyystodistukset sekä tiedot säteilylähteestä ja toiminnan laadunvarmistuksista (Säteilylaki 859/2018, 48 §).

Toiminnanharjoittajan on huolehdittava työntekijöiden säteilyaltistuksen minimoimisesta ja tarkkailusta, sekä luokiteltava työntekijät luokkaan A tai B. Luokittelu tapahtuu sen mukaan, mikäli työntekijälle aiheutuva efektiivinen annos voi ylittää vuodessa 6 millisievertiä, tai silmän mykiöön kohdistunut ekvivalenttiansa on suurempi kuin 15 mSv vuodessa. (Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä, 1034/2018, 34 §). Isotooppiosaston henkilökunta kuuluu luokkaan A. Työnantajan on säilytettävä työntekijän henkilökohtaisia annoskeräystietoja niin kauan, kun työntekijä on toiminnanharjoittajan tai työnantajan solmimassa työsuhteessa (Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä 1034/2018, 40 §).

Työskentelyalueet on jaoteltu valvonta- ja tarkkailualueisiin. Näiden alueiden jaon perusteena on arvioitu säteilyaltistuksen määrä, tai potentiaalinen säteilyaltistus (Säteilylaki 859/2018, 91 §). Työskentelyalueiden altistusolosuhteita on tarkkailtava säännöllisesti (Säteilylaki 859/2018, 92 §).

Kun arvioidaan pehmytkudoksiin kertyvää säteilyannosta, hyödynnetään henkilöannosekvivalenttia. Arvioitaessa kovan, eli suurenergisen säteilyn annosta syvällä kehossa oleviin elimiin, henkilöannosekvivalenttia käytetään syvyydellä 10 millimetriä, $H_p(10)$, mikä kuvaa pehmytkudoksen annosekvivalenttia 10 millimetrin syvyydellä. Tätä kutsutaan syväannokseksi. Kun määritetään kehon pinnan lähellä olevien elimien annosekvivalenttia, käytetään henkilöannosekvivalenttia syvyydellä 0,07 millimetriä, $H_p(0,07)$, mikä kuvaa pehmytkudoksen annosekvivalenttia 0,07 millimetrin syvyydellä. Tätä kutsutaan pinta-annokseksi. (Marttila 2004, viitattu 19.5.2020) Näitä suu-reita on mahdollista mitata mittarilla, jossa on huomioitu eri syvyydellä mitattavat annokset. Tässä työssä käytetään termejä pinta- ja syväannos.

2.1 Isotooppitutkimukset Suomessa

Suomessa isotooppitutkimuksia suoritetaan vuosittain n. 40 000 kappaletta. Näistä tutkimuksista suurin osa on kasvainten kuvantamista (30 %) ja luuston gammakuvauksia (26 %). Vuonna 2015 isotooppitutkimuksia tehtiin 41 739, ja -hoitoja 2120. Potilaille aiheutunut annos oli vuonna 2015 201,2 manSv. Radiolääkkeiden käytöstä johtuva osuus annoksesta oli 162,2 manSv, ja 39,0 manSv tietokonetomografiatutkimuksista. Tietokonetomografiatutkimuksen osuus annoksista johtuu mm. PET-TT-, sekä SPECT-TT -tutkimuksissa käytettävästä tietokonetomografiakuvauksesta. Potilaan keskimääräinen efektiivinen annos isotooppitutkimuksessa oli 3,9 mSv. (Liukkonen 2015, viitattu 15.4.2020)

Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin osuus Suomessa toteutetuista isotooppitutkimuksista ja -hoidoista oli vuonna 2015 5,2 %, eli 2173 kappaletta. Isotooppihoitoja tehtiin 142 kappaletta, mikä on 6,7 % kaikista vuonna 2015 Suomessa tehdyistä hoidoista. (Liukkonen 2015, viitattu 15.4.2020)

2.2 Työskentely isotooppiosastolla

Oulun yliopistollisen sairaalan isotooppiosastolla suoritetaan isotooppitutkimuksia viitenä päivänä viikossa klo 7.30-15.30. Osastolla työskentelee röntgenhoitajia, laboratorionhoitaja, osastonhoitaja, apulaisosastonhoitaja sekä radiologeja ja fyysikoita. Heillä kaikilla on käytössään DIS-dosimetrit, sekä radioaktiivisia lääkkeitä käsittelevillä työntekijöillä on DIS-dosimetricien lisäksi sormiannosdosimetrit. DIS-dosimetricien mittausväli on yksi kuukausi kaikilla tämän luokan työntekijöillä (Säteilylaki 859/2018, 92 §), mutta työntekijä voi halutessaan suorittaa DIS-dosimetrin luennan milloin tahansa.

Tavallisimpia tutkimuksia osastolla ovat luuston, lisäkilpirauhasen, kilpirauhasmetastaasien, sydämen, vartijaimusolmukkeiden sekä keuhkojen tutkimukset. Osastolla tehdään myös paljon kilpirauhasen liikatoiminnan radiojodihoitoja, sekä PET-TT ja SPECT-TT -tutkimuksia. (Isotooppi-osasto, OYS, viitattu 17.9.2019)

Vuonna 2000 Suomessa käytettiin isotooppitutkimuksissa 16 erilaista radionuklidia. Tutkimuksista 84 prosenttia suoritettiin käyttämällä ^{99m}Tc -radionuklidia. ^{99m}Tc gammasäteilyn energia on 140

keV (kiloelektronivoltia), joka voidaan havaita helposti gammakameralla. ^{99m}Tc -leimattuja radioaktiivisia lääkkeitä käytetään muun muassa luuston, aivojen ja keuhkojen gammakuvauksissa. ^{99m}Tc :n puoliintumisaika on kuusi tuntia. ^{123}I -isotooppi säteilee 159 keV gammasäteilyä, ja sen puoliintumisaika on 13 tuntia. ^{123}I :tä käytetään kilpirauhasen gammakuvauksissa (Korpela 2004, viitattu 18.9.2019). Yleisimmin OYSin isotooppiosastolla käytetään ^{99m}Tc (teknetium)-, ja ^{123}I (jodi) –isotooppeja (Isotooppiosasto, OYS, viitattu 20.4.2020).

2.3 Henkilökohtainen annosseuranta

Toiminnanharjoittajan velvollisuus on järjestää luokkaan A kuuluville säteilytyöntekijöille henkilökohtainen annostarkkailu, jonka tulee perustua hyväksytyn annosmittauspalvelun suorittamiin mittauksiin (Säteilylaki 859/2018, 92 §). Toiminnanharjoittajan on myös huolehdittava annostietojen toimituksesta annosrekisteriin (Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilyistä 1034/2018, 42 §). STUK ylläpitää työntekijöiden annosrekisteriä, jossa on jokaisen henkilökohtaiseen annosseurantaan kuuluvan henkilön tietoja säteilyturvallisuuden varmistamisen vuoksi. Rekisterissä on henkilökohtaisesti tietoja esimerkiksi työtehtävistä, säteilyaltistukseen vaikuttavista asioista, sekä henkilökohtaisia annostarkkailujen tuloksia. Tiedot säilyvät annosrekisterissä niin kauan, kun työntekijä tekee säteilytyötä, tai siihen asti, että henkilö täyttää 75 vuotta. (Säteilylaki 859/2018, § 19-21)

Annosmittauspalvelun tulee olla STUKin hyväksymä, ja annosmittauspalvelun tulee itse hakea hyväksyntä STUKilta toimintansa lisäksi myös annostarkkailussa käytettäville mittausmenetelmille. Ainoa hyväksytty palveluntarjoaja säteilyn käytön toimialalla, joka käyttää TLD- ja DIS-annosmittausmenetelmiä, on Doseco Oy (Annosmittauspalveluiden ja radonmittalaitteiden hyväksyntä, viitattu 24.4.2020). Henkilökohtaiseen annostarkkailuun käytettävien mittareiden suurin sallittu mittausepävarmuus on 42 % (Säteilyturvakeskuksen määräys säteilymittauksista 2/6/2018, viitattu 12.5.2020).

2.3.1 DIS-dosimetri

DIS-dosimetri (direct ion storage -dosimeter) (ks. kuva 1) on henkilökohtainen annosdosimetri, jonka toiminta perustuu ionisaatiokammioon kertyvien varausten keräämiseen puolijohteen avulla. DIS-dosimetri mittaa gamma-, beeta- ja röntgensäteilyä, ja siinä on monta mittakammiota,

joilla on jokaisella oma mittausalueensa. Syväannosten mittausalue on 1 μSv - 1 Sv, ja tarkkuus 1 mSv annoksella $\pm 5\%$. Pinta-annoksen mittausalue on 10 μSv - 1 Sv, ja tarkkuus 10 mSv annoksella $\pm 10\%$. DIS-dosimetri luetaan erillisellä luentalaitteella (ks. kuva 2), joka mahdollistaa esimerkiksi erilaisiin työtehtäviin liittyvän säteilyaltistuksen seuraamisen kesken mittausjakson. (DIS-1 Dosimeter user's guide, viitattu 17.9.2019.)



Kuva 1: DIS-1-dosimetri

Dosimetri mittaa annoksia energia-alueella 15 keV (kiloelektronivoltia) – 9 MeV (megaelektronivoltia) (ks. kuva 3). Dosimetrin luenta voidaan suorittaa mihin aikaan tahansa. Luentalaite ei kuitenkaan tyhjennä dosimetriä, vaan luentakertojen väliset annoserot on laskettava lukemien erotuksena. Vaikka luenta ei tyhjennä dosimetrin kokonaisvarausta, tieto kuluneesta mittausjaksosta pyyhkiytyy pois. (Manninen, haastattelu, 28.8.2019)



Kuva 2: DIS-dosimetrien lukijalaite

Annostiedot siirtyvät automaattisesti STUK:in annosmittauspalveluun, kun lukijasta painetaan ”#”-näppäintä. Koska luentalaite ei tyhjennä dosimetriä, tulee se ”kovanollata” eli tyhjentää kammion tullessa täyteen. Tarve kovanollaukselle voi tulla vasta vuosien päästä käyttöönotosta. Jokaisessa luennassa on otettu huomioon taustasäteily, ja kaikki lukijan näytössä näkyvät annoskeräystiedot ovat niin kutsuttuja ”taustavähennettyjä” annoksia. Taustavähennys on määritetty erikseen jokaiselle laitteelle, ja jokaiselle laitteelle on asetettu vakioksi yleisin taustavähennys 0,003 mSv/vrk, eli noin 0,1 mSv/kk. Jokaisen lukijaliitteen läheisyydessä on taustamittari, josta nähdään kyseisen paikan taustasäteilyn taso. (Manninen, haastattelu, 28.8.2019).

SPECIFICATIONS

Radiation detected:	Gamma-, x-ray and beta.	
Detector type:	Three* ¹⁰ DIS (Direct Ion Storage) detectors, and two* MOSFET detectors.	
Energy range:	H₀(10): 15 keV-9 MeV.	H₀(0.07): photons 6 keV and higher beta: 240 keV-2.2 MeV.
Dose measurement range:	1 µSv to 1 Sv (0.1 mrem to 100 rem). partially up to **40 Sv (4000 rem)	10 µSv to 1 Sv (1 mrem to 100 rem). partially up to **40 Sv (4000 rem).
Calibration accuracy:	± 5 % at 1 mSv Cs-137.	± 10 % at 10 mSv Cs-137.***
Energy response:	± 30 % between 15 keV-9 MeV. (e.g. Cs-137, Average 662 keV)	± 30 % for photons 6 keV and higher. +10...-50% for beta, E _{mean} =200-800 keV
Directional response:	± 20 % up to 60° at 65 keV.	± 20 % up to 60° at 65 keV.
Maximum possible measurement time: ****	6 months. (5 years for H ₀ (10) below 5 mSv.)	
Power supply:	No external power needed for measurement.	
Dose read-out:	Through a 14-pin connector with a DBR dosimeter reader.	
Temperature range:	Operation: -10 °C - +50 °C. Annealing: up to 65 °C, max 48 h per reset. Storage: -20 °C - +60 °C.	
Operational humidity:	Up to 90% relative humidity.	
Casing:	Resistant to static discharge, RF-interference and magnetic fields, and EMP. Withstands multiple 1 meter drops onto concrete. An anodized aluminum snap-on holder.	
Enclosure class:	IP 67 (waterproof).	
Dimensions:	41 x 44 x 12 mm ³ , in holder 47(95) x 49 x 13 mm ³ .	
Weight:	24 g (in holder 43 g).	

Kuva 3: DIS-dosimetrin tekniset tiedot

2.3.2 Termoloistedosimetri

Termoloistedosimetrissä (ks. kuva 4) säteilyn mittaamiseen käytetään kideä, jossa säteilyn energia varastoituu elektroneihin metastabiileihin energiatiloihin. Ne purkautuvat lämmitettäessä valontuikahduksina, ja valontuikahdukset mitataan valomonistinputkella, jolloin saadaan aikaan hehkukäyrä. Säteilyannos on verrannollinen hehkukäyrän rajaamaan pinta-alaan. Säteilyn energia vaikuttaa kiteen herkkyteen, ja kiteen viritystilat purkautuvat ajan kuluessa itsestään, eli tapahtuu annoksen häviämistä. Nämä asiat korjataan annoslaskennassa. Termoloistedosimetrillä voidaan mitata foton- ja beetasäteilyn tuottamaa säteilyannosta. Termoloistedosimetrin annosalue on 0,1-1000 mSv (millisieverttiä). Toimintaenergia-alue on fotonisäteilylle 20 keV - 1,3 MeV, ja beetasäteilylle 0,8–2,3 MeV. (Doseco, viitattu 17.9.2019).



Kuva 4: Termoloistedosimetri

Termoloistedosimetrit luetaan TLD-lukijalla, johon mahtuu noin 200 dosimetrikotelon sisässä olevaa dosimetrikorttia. Ennen dosimetrin seuraavaa käyttöönottoa, kide lämmitetään vielä kertaalleen, jotta se on varmasti tyhjä. (Termoloistedosimetri, Doseco, viitattu 20.4.2020) Mittaustulokset toimitetaan asiakkaan ilmoittamaan toimitusosoitteeseen, tai sähköisesti Dosecon tarjoamaan Dosinetti-palveluun. Henkilökohtaiset annokset siirtyvät suoraan Dosecolta STUKin ylläpitämään annosrekisteriin. (Doseco, viitattu 20.4.2020)

3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA TARKOITUS

Ennen DIS-dosimetrin käyttöönottoa OYSin isotooppiosaston henkilökunta on käyttänyt henkilökohtaisten annosten seurantaan termoloistedosimetriä. Uudet DIS-dosimetrit on otettu käyttöön osastolla 4.11.2019.

Tässä tutkimuksessa oli tarkoituksena kartoittaa DIS-dosimetrin käytettävyyttä, ja verrata sen annoskeräystietoja termoloistedosimetriin. Tutkimuksen ollessa kartoittava, sen tarkoituksena on etsiä uusia näkökulmia tai uusia ilmiöitä, sekä tarkkailla, mitä tutkimuksen edetessä tapahtuu (Hirsjärvi ym. 2004, 129). Tutkimuksessa vertailtiin sekä DIS-, että termoloistedosimetrin annoskeräystietoja, kartoitettiin OYSin isotooppiosaston henkilökunnan kokemuksia DIS-dosimetrin toiminnasta, sekä tarkasteltiin, kuinka eri radionuklidien käsittely ja eri työpisteet vaikuttivat säteilyannokseen. Mittaustuloksia vertailemalla selvitettiin, poikkeavatko DIS-dosimetrin ja termoloistedosimetrin annoskeräyslukemat toisistaan.

Tutkimuksen tavoitteena on kehittää annosseurantaa, ja tutkimuksessa pyrittiin saamaan vastaus seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Kuinka paljon DIS-dosimetrin ja termoloistedosimetrin mittaustulokset poikkeavat toisistaan kuukauden mittausjakson aikana?
2. Miten eri työpisteillä työskentely vaikuttaa työntekijän säteilyannokseen?
3. Millaiset ovat isotooppiosaston työntekijöiden kokemukset DIS-dosimetrin käyttöominaisuuksista?

4 TUTKIMUSMETODOLOGIA

Tutkimus on toteutettu pääasiassa kvantitatiivisena, eli määrällisenä tutkimuksena. Kvantitatiivinen tutkimus tarkoittaa sitä, että tietoa tarkastellaan numeerisesti, eli tutkimuksen kohteena olevia asioita tarkastellaan kuvaillen numeroiden avulla. Lisäksi kvantitatiiviselle tutkimukselle ominaisia piirteitä ovat muun muassa mittaaminen, objektiivisuus, sekä tutkittavien kohteiden ja niiden ominaisuuksien suunnittelu ja vakiointi eli strukturointi. Tutkimuksen objektiivisuus tarkoittaa sitä, että tutkimusprosessin tavoitteena on tuottaa mahdollisimman puolueettomia tutkimustuloksia. (Vilkkä 2007, 13-17). Kvantitatiiviseen tutkimusmetodiin päädyttiin, koska tutkimuksessa tarkasteltavat tulokset saadaan mittaamalla, ja tulokset ovat havainnollistettavissa numeerisia arvoja esittävien kaavioiden ja kuvioiden avulla. Kuvaileva tutkimusote tarkoittaa sitä, että tutkimuksessa esitetään tutkittavan ilmiön tai tapahtuman keskeisimpiä piirteitä. Tämä tutkimusasetelma soveltui tutkimukseen parhaiten. (ks. Vilkkä 2007, 29-30)

Määrällisessä tutkimuksessa on mahdollista kerätä aineistoa havainnoimalla, haastattelemalla, tai kyselyjen avulla. Kvantitatiiviselle tutkimukselle ominaista on hypoteesin, eli tutkimusongelman asettaminen. (Tilastollisesti kuvaava analyysi, viitattu 20.4.2020). Mittauksen tulokset esitetään tilastollisesti ja havainnollistetaan graafisesti kuvioiden avulla. Tässä tutkimuksessa hypoteesia ei aseteta, sillä tutkimuksen on tarkoitus olla kartoittava, eikä tarjota ilmiötä selittäviä tuloksia.

Tutkimuksessa hyödynnetään myös laadullista, eli kvalitatiivista aineistoa. Laadullinen aineisto tarkoittaa sitä, että asioita ei esitetä numeroiden, vaan näkökulmien avulla. (Hirsjärvi ym. 2004, 152-153) Tämän tutkimuksen laadullinen aineisto on kerätty päiväkirjojen muodossa, joita analysoitiin havainnoimalla kirjoittajien kokemuksia säteilyannoksen kertymisestä (Hirsjärvi ym. 2004, 207-208). Laadulliselle tutkimukselle tyypillistä on kokonaisvaltainen tiedonhankinta, ja tulokset perustuvat usein juuri tutkimuksessa käytettyyn aineistoon, eivätkä ole yleistettävissä (Tuomi 2007, 97).

5 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

5.1 Tutkimuksen suunnittelu ja aikataulu

Opinnäytetyön suunnittelu aloitettiin keväällä 2019. Aiheen valintaan vaikutti se, että tutkimuksen haluttiin tuovan esille uutta tietoa, ja tutkimuksen haluttiin liittyvän isotooppilääketieteeseen. Aihe rajattiin henkilökunnan annosseurantaan isotooppiosaston fyysikon avustuksella, kun saatiin tieto osastolle tulevista, uusista dosimetreistä.

Tutkimukseen osallistuvat opiskelijat valittiin sillä perusteella, ketkä olivat osastolla harjoittelussa ensimmäisen kokonaisen mittausjakson aikana uusien dosimetrin käyttöön oton jälkeen. Röntgenhoitajat valittiin sillä perusteella, ketkä halusivat osallistua tutkimukseen. (Ks. Kuula 2011, 61)

TAULUKKO 1: Opinnäytetyön vaiheet

Syksy 2019	Aiheen valinta
	Opinnäytetyön suunnittelun aloitus
	Tutkimuskysymysten asettaminen
Kevät 2019	Opinnäytetyön suunnitelman aloittaminen
	Kyselylomakkeen suunnittelu
	Annostietolomakkeen suunnittelu
Kesä 2019	Opinnäytetyön suunnitelman kirjoittaminen
	Hyväksytty opinnäytetyön suunnitelma
Syksy 2020	Tutkimusluvan hakeminen
	Aineiston keruu ja analysointi, ensimmäinen mittausjakso
	Opinnäytetyön raportointi
Kevät 2020	Valmis opinnäytetyö
	Opinnäytetyön arviointi
	Artikkelin kirjoittaminen

5.2 Aineiston keruu

Tutkimusaineisto kerättiin neljällä DIS-dosimetrillä ja termoloistedosimetrillä, jotka olivat käytössä kahdella opiskelijalla sekä kahdella isotooppiosaston työntekijällä neljän viikon, eli yhden mittausjakson ajan. Kullakin tutkimukseen osallistuneella oli käytössä yhtäaikaaisesti sekä DIS- että termoloistedosimetri. Mittausjakson päätteeksi termoloistedosimetrit lähetettiin Dosecolle luettavaksi ja DIS-dosimetreiden lukemat tarkistettiin, jonka jälkeen niitä vertailtiin toisiinsa. Opiskelijat ja työntekijät täyttivät mittausjakson ajan lomakkeita, joista kävi ilmi käytetyt radionuklidit, tehdyt tutkimukset, työpisteet sekä päivittäinen DIS-dosimetrin annoslukema (ks. liite 1-4). Strukturoitua mittaustuloksia havainnoidaan systemaattisesti, ja tulokset havainnollistetaan kuvioiden avulla (Tilastollisesti kuvaava analyysi, viitattu 20.4.2020).

Henkilökunnan kokemuksia kerättiin Likertin asteikolla 5-portaisen (ks. Vilka 2007, 46) kyselylomakkeen (ks. liite 5) avulla, jossa hyödynnettiin skaaloihin perustuvaa kysymystyyppiä (ks. Hirsjärvi ym. 2004, 189). Kyselyyn saivat osallistua myös henkilökunnan jäsenet, jotka eivät osallistuneet tutkimuksessa suoritettuihin annosmittauksiin. Kyselylomakkeita pidettiin esillä henkilökunnan taukotiloissa kahden viikon ajan. Kyselyyn vastasi yhteensä 8 isotooppiosaston työntekijää. Kyselyssä pyydettiin vastaajaa arvioimaan DIS-dosimetrin käyttöä 5-pykäläisellä asteikolla (1 = ei yhtään, 2 = ei juurikaan, 3 = en osaa sanoa, 4 = jonkun verran, 5 = erittäin paljon) apukysymysten avulla (ks. Vilka 2007, 46). Lisäksi vastaajat saivat kommentoida vapaasti käyttökokemuksiaan.

Opiskelijat kirjoittivat mittausjakson ajan muistiinpanoja osana harjoittelun syventävää tehtävää. Niissä opiskelijat itse arvioivat omaa työskentelyään päivittäin, sekä pohtivat sen vaikutusta säteilyannokseen. Opiskelijoiden muistiinpanoilla kartoitettiin opiskelijoiden omia kokemuksia tapahtumien kulusta (ks. Hirsjärvi ym. 2004, 201-202).

5.3 Aineiston analyysi

Jokaisen tutkimukseen osallistuneen DIS-dosimetreillä kerätyt päivittäiset annokset sijoitettiin taulukkoon Microsoft Excel -ohjelmalla, jonka jälkeen niistä tehtiin kuvioita. Päivittäisten mittaus-
tulosten kuviomalliksi valittiin viivadiagrammi, jotta annoksen kertyminen ja mahdollinen häviäminen oli mahdollisimman helppo havaita. DIS-dosimetreiden ja termoloistedosimetreiden lukemat

mittausjakson lopuksi asetettiin palkkikaavioon, jotta niiden vertailu keskenään on helppo havainnollistaa. DIS-dosimetrien annoksen päivittäistä kertymistä havainnollistettiin aikasarjakuviona. (Hirsjärvi ym. 2004, 313-314)

Taulukoista ja kuvioista havaittiin annosten kerääntymistä ja mahdollista häviämistä, sekä kartoitettiin ajanjaksoja, jolloin annosta oli eniten tai vähiten kertynyt. Jokaiselta osallistujalta eristettiin taulukoita ja kaavioita hyödyntäen viiden päivän ajanjaksot, jolloin annosta oli kertynyt mittausjakson aikana eniten. Sen jälkeen laskettiin em. ajanjaksoina kertyneiden annosten prosenttiosuus koko mittausjakson annoksista (ks. Aikasarja-analyysi, viitattu 15.5.2020). Ajanjaksojen annoskeräystietoja verrattiin henkilökunnan täyttämiin lomakkeisiin, joista kävi ilmi heidän työpisteensä mittausjakson aikana. Lomaketta ja annoskeräystietoja analysoitiin vertailemalla niitä keskenään, jotta löydettiin yhteyksiä työpisteiden ja annoksen kerääntymisen välillä. (ks. Hirsjärvi ym. 2004, 204-205)

Kyselylomakkeet numeroitiin, jonka jälkeen vastaukset syötettiin Excel-tilukoon. Taulukon avulla pystyttiin laskemaan vastausprosentti kullekin vaihtoehdolle (Vilka 2015, 110-112). Vastaajien kommentit on julkaistu alkuperäismuodossaan raportissa. Kyselyn tuloksia havainnoimalla saatiin tietoa, mitä kyselyn tulokseen vastanneet ajattelevat DIS-dosimetrin käytöstä (Hirsjärvi ym. 2004, 201).

Opiskelijoiden muistiinpanoja analysoitaessa hyödynnettiin tiedonkeruutapaa, jossa pyrittiin ymmärtämään heidän kokemuksiaan heidän tuottamiensa päiväkirjojen muodossa (Hirsjärvi ym. 2004, 206-208). Päiväkirjojen aihe rajattiin käsittelemään heidän kokemuksiaan sädeannoksen kertymistavoista työpäivän aikana. Päiväkirjamerkinnot luokiteltiin kahteen ryhmään; ensimmäisessä ryhmässä oli merkintöjä, joista kävi ilmi opiskelijoiden tekemiä, selkeitä havaintoja säteilyannoksen kasvusta tai putoamisesta. Toisessa ryhmässä oli merkintöjä, joissa opiskelijat eivät huomanneet yhteyksiä annoksen kerääntymisen ja työtehtäviensä välillä. (Tyypittely ja luokittelu, viitattu 14.5.2020)

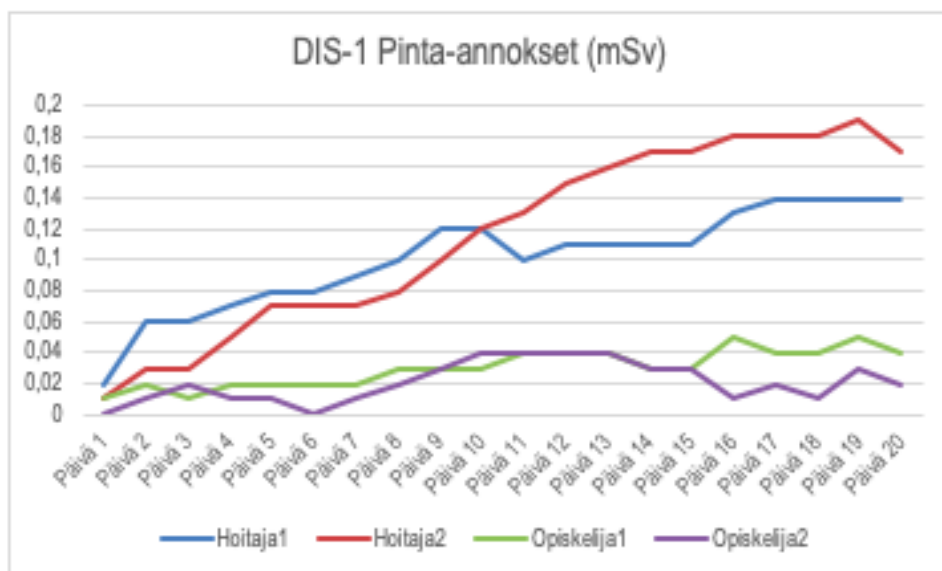
6 TUTKIMUSTULOKSET

6.1 DIS- ja termoloistedosimetrien annokset

DIS-dosimetrien pinta- ja syväannosten kerääntymistä mittausjakson aikana havainnollistetaan kuvioiden 1 ja 2 avulla. Mittauksiin on otettu mukaan vain arkipäivät (ma-pe) neljän viikon ajalta, eli yhteensä 20 päivää. DIS- ja termoloistedosimetrejä on käytetty työvuoron aikana rintaan kiinnitettynä vierekkäin. Työvuorojen välisenä aikana dosimetrejä on säilytetty isotooppiosaston pukutiloissa.

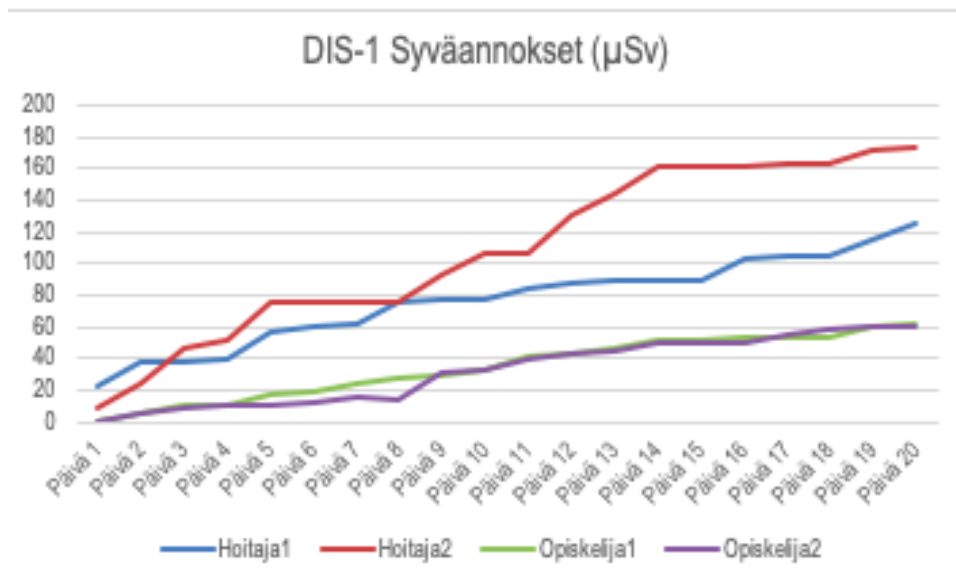
6.1.1 DIS-1 -dosimetrien päivittäiset annoslukemat

Pinta-annoksissa tapahtui annoksen häviämistä kaikilla tutkimukseen osallistuneilla. Huomattavimmin häviämistä tapahtui opiskelijalla 2, jolla annosta hävisi kaksi kertaa mittausjakson aikana, usean päivien ajan. Päivän 3-6 välillä Opiskelijan 2 kohdalla tapahtui annoksen häviämistä niin paljon, että mittari nollautui kokonaan.



Kuvio 1: Päivittäiset, henkilökohtaiset pinta-annokset (mSv) DIS-1-dosimetrillä mitattuna.

Mittaustuloksien mukaan syväannoksissa on tapahtunut nousua jokaisena päivänä, jona mittareita on käytetty. Ainut poikkeus on opiskelijan 2 kohdalla päivän 7 ja 8 välissä, jolloin annosta on hävinnyt 1 μSv (kuvio 2).



Kuvio 2: Päivittäiset, henkilökohtaiset syväannokset (mSv) DIS-1-dosimetrillä mitattuna

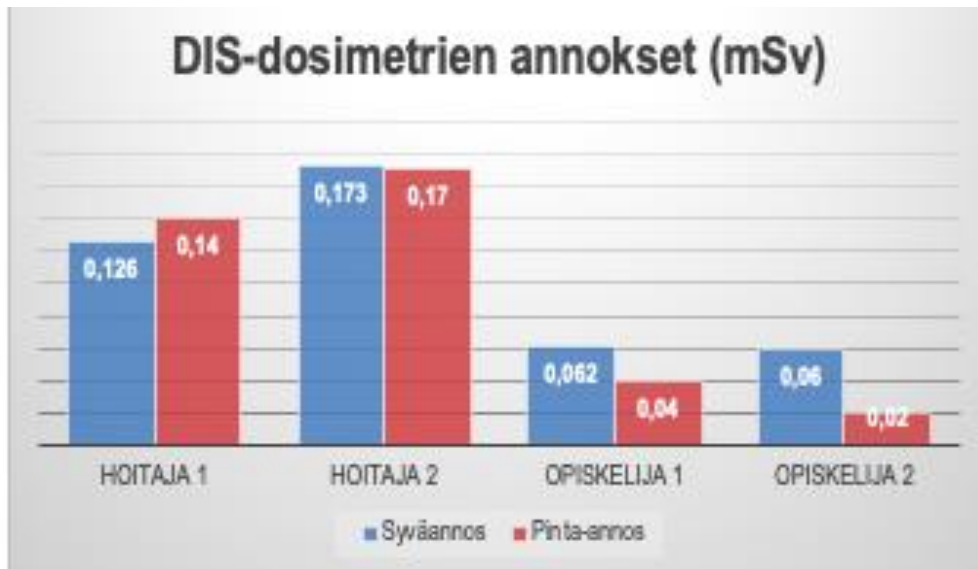
6.1.2 Annoskertymät mittausjakson jälkeen

Termoloistedosimetrien annosta ei ole mahdollista tarkastella muulla tavalla, kuin mittausjaksoittain. Päivittäisiä annoskeräystietoja ei ole mahdollista erotella, vaan mittausjakson yhteenlaskettu sädeannos selviää mittausjakson jälkeen. Termoloistedosimetrien annoskeräystiedot tutkimukseen saatiin Dosecolta kahden desimaalin tarkkuudella (kuva 5).

Sukunimi ja etunimet Tillnamn och förnamn	Syvä (mSv) Pinta (mSv)		Mittarin nro Meters nummer
Hoitaja 1	0,18	0,17	1911-0002
Hoitaja 2	0,23	0,26	1911-0003
Opiskelija 1	0,11	0,09	1911-0004
Opiskelija 2	0,13	0,12	1911-0008

Kuva 5: Termoloistedosimetrien annokset mittausjakson jälkeen

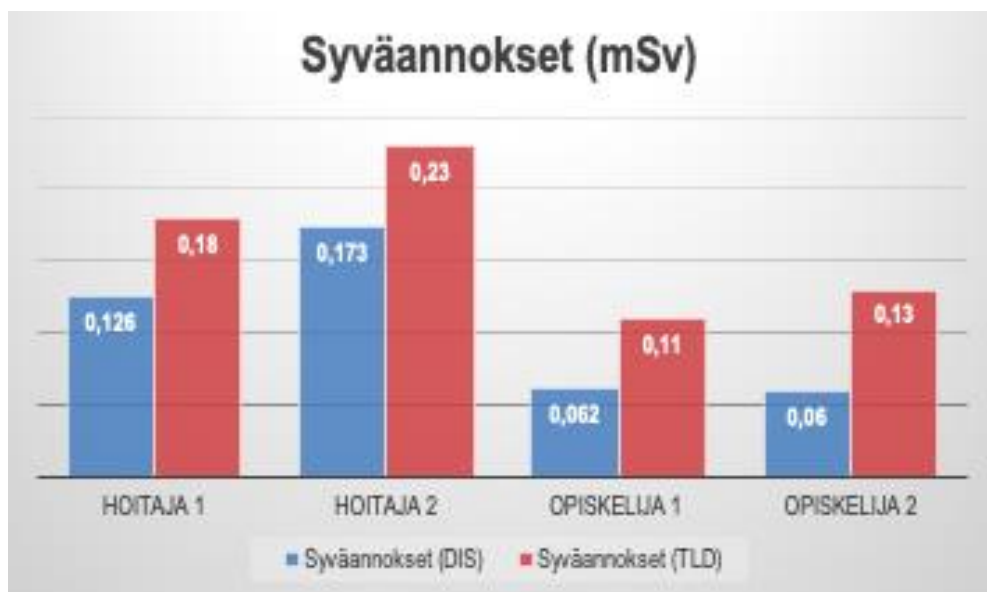
DIS-dosimetreihin kertyneet syvä- ja pinta-annokset tarkistettiin mittausjakson viimeisenä päivänä lukijalaitteella (ks. kuvio 3).



Kuvio 3: DIS-dosimetrien annokset mittausjakson lopussa

6.1.3 Syväannokset

Termoloistedosimetrien mitaamat annokset olivat kaikilla tutkimukseen osallistuneilla suuremmat, kuin DIS-dosimetreillä kerätyt annokset (kuvio 3).

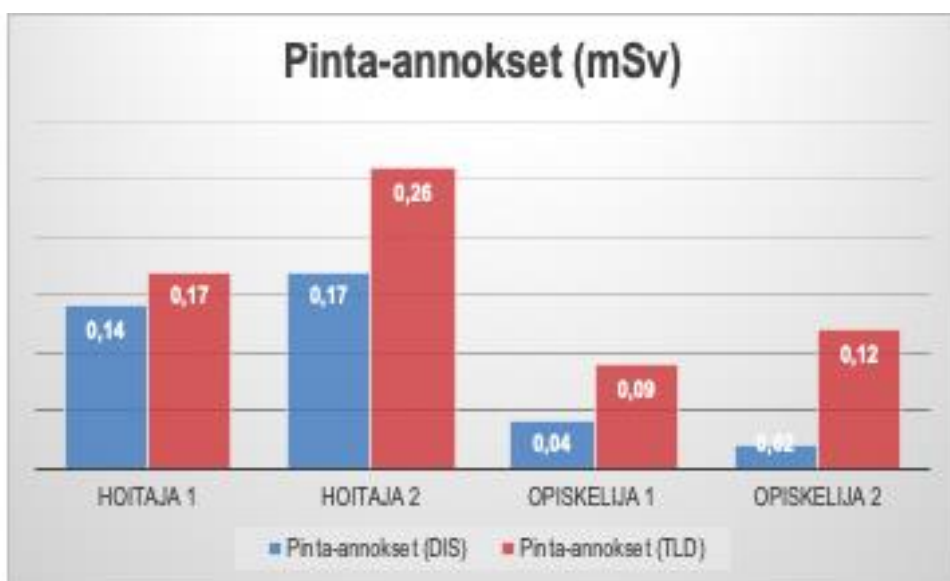


Kuvio 4: Syväannokset (mSv) DIS-1- ja TL-dosimetreillä mitattuna

Suurin poikkeama havaittiin opiskelijalla 2, jolla termoloistedosimetrin lukema mittausjakson päätteeksi oli jopa 54 % suurempi, kuin DIS-dosimetrillä mitattu annoslukema. Pienin poikkeama havaittiin hoitajalla 2, jolla termoloistedosimetrin lukema oli 25 % suurempi, kuin DIS-dosimetrillä mitattu lukema.

6.1.4 Pinta-annokset

Pinta-annoksia tarkasteltaessa huomattiin, että termoloistedosimetrien mittaamat annokset ovat kaikilla osallistujilla suuremmat, kuin DIS-dosimetreillä mitatut annokset (kuvio 4).



Kuvio 5: Pinta-annokset (mSv) DIS-1- ja TL-dosimetreillä mitattuna

Suurin poikkeama pinta-annoksissa havaittiin myös Opiskelijalla 2. Hänen pinta-annoksensa termoloistedosimetrillä mitattuna oli jopa 83,4 % suurempi, kuin DIS-dosimetrin mittaama annos. Pienin poikkeama havaittiin Hoitajalla 1; hänen pinta-annoksensa oli termoloistedosimetrillä mitattuna noin 17,6 % suurempi, kuin DIS-dosimetrin mittaama annos. Myös Hoitajalla 2 havaittiin suuri poikkeama pinta-annoksia mitatessa, vaikka syväannoksia mitatessa hänen poikkeamansa oli pienin (25 %). Hoitaja 2:n pinta-annos oli termoloistedosimetrillä mitattuna n. 44 % suurempi, kuin DIS-dosimetrillä mitattu annos.

6.2 Työpisteen vaikutus säteilyannokseen

Hoitaja 1 oli toiminut mittausjakson 5 ensimmäistä päivää pistohuoneessa, jolloin tapahtui eniten hänen henkilökohtaisen annoksensa kerääntymistä. Pistohuoneessa hän oli suorittanut muun muassa ^{99m}Tc -radiolääkeinjektioita, sekä purkanut ja varastoinut radiolääkepaketteja, ja käsitellyt radioaktiivisia jätteitä. Ensimmäisen viikon aikana Hoitajalle 1 kertyi syväannosta 57 μSv ja pinta-annosta 0,08 mSv. Syväannosta kertyi 45 %, ja pinta-annosta 57 % mittausjakson kokonaisannoksesta ensimmäisen viiden päivän aikana.

Hoitaja 2 oli kirjannut lomakkeeseen käsitelleensä mittausjakson viitenä ensimmäisenä päivänä neljää erilaista isotooppia: ^{68}Ga -, ^{123}I -, ^{99m}Tc -, ja ^{18}F -FDG -isotooppeja. Hän oli työskennellyt PET-TT-tutkimuksien valmistelussa, sekä radiofarmasiassa. Näinä päivinä pinta-annosta oli kertynyt 0,07 mSv ja syväannosta 76 μSv . Kertynyt syväannos viiden päivän ajalta oli 43 %, ja pinta-annos 41 % mittausjakson kokonaisannoksista.

Opiskelija 1:lle annosta oli kertynyt eniten mittausjakson päivinä 6-10, jolloin syväannosta oli kertynyt 16 μSv , ja pinta-annos 0,01 mSv. Päivinä 6-10 Opiskelija 1 on raportoinut olleensa mukana radiofarmasiatyöskentelyssä, johon kuuluivat mm. ^{99m}Tc -generaattorin eluointi ja ^{99m}Tc -radiolääkkeiden valmistus, sekä pistohuoneessa, jossa hän on ollut mukana ^{68}Ga -, ^{123}I - ja ^{99m}Tc -radiolääkeinjektioissa. Hän on ollut myös mukana tekemässä laadunvarmistustestejä. Syväannoksen osuus oli 26 % koko mittausjakson ajalta, sekä pinta-annoksen osuus noin 25 %.

Opiskelija 2:lle annosta oli myös kertynyt eniten päivinä 6-10, jolloin syväannos oli noussut 23 μSv ja pinta-annos oli noussut 0,04 mSv. Pinta-annos ei kuitenkaan ole luotettava, sillä Opiskelija 2:n pinta-annoksissa tapahtui nollautuminen päivien 5 ja 6 välillä, sekä annos oli mittausjakson loputtua vähemmän (0,2 mSv), kuin mittausjakson päivänä 10, jolloin mittausjakson korkein annos on mitattu. Syväannoksen osuus oli päivinä 6-10 38 % koko mittausjakson syväannoksista. Tänä aikana opiskelija oli ollut mukana PET-tutkimuksien valmistelussa, ja valmistellut ^{18}F -FDG-injektioita. Opiskelija oli myös ollut mukana kuvaushuoneessa, jossa oli kuvattu ^{99m}Tc -radiolääkeinjektion saaneita potilaita.

6.2.1 Opiskelijoiden huomiot säteilyannoksen kertymisestä

Opiskelijat arvioivat oppimispäiväkirjamaisessa muodossa työpisteidensä ja työtehtäviensä vaikutuksia annoksiinsa. Erityisesti opiskelijat huomasivat, milloin olivat olleet vähäisessä potilaskontaktissa, ja se oli näkynyt myös heidän annosmittauksissaan pienenä annoksena, tai jopa annoksen häviämisenä. Molemmat opiskelijat huomasivat myös, että erityisesti PET-TT-tutkimuksia ja -injektioita valmisteltaessa annos kasvoi huomattavasti päivän aikana. Opiskelija 2 huomasi, että annos oli pienempi päivänä, jolloin hän ei ollut mukana tekemässä laadunvarmistustestejä. Opiskelija 1 oli havainnut mittausjakson kolmantena päivänä pinta-annoksen laskeneen edellispäivään verrattuna, mutta syväannos oli kuitenkin noussut. Seuraavan päivän päätteeksi myös pintaannos oli palautunut samaan lukemaan ennen annoksen häviämistä. Myös opiskelijalla 2 oli tapahtunut annoksen häviämistä, vaikka potilaan lähellä oloa oli tullut tavallista enemmän. Viikonlopun jälkeen pinta-annos oli nollaantunut, eikä päivän jälkeen annosta ollut enää ollenkaan, vaikka potilaskontaktia oli ollut päivän aikana reilusti (ks. kuvio 1 ja 2: päivä 6).

Opiskelija 1 mainitsi huomioissaan päivästä, jolloin potilasta oli jouduttu avustamaan paljon normaalia enemmän, esimerkiksi vessassa käymisessä ja liikkumisessa. Hän oli huomannut annoksen nousseen roimasti verrattuna edellisiin päiviin (ks. kuvio 1 ja 2: päivä 10). Myös opiskelija 2 oli huomannut vastaavanlaisen tilanteen, jossa hän oli avustanut radiolääkkeen saaneen potilaan vaipan vaihdossa, sekä tukenut potilasta tämän seistessä. Annos oli myös kasvanut verrattuna edellispäivään (ks. kuvio 1 ja 2: päivä 2). Opiskelija 2 huomasi myös, että eniten annos nousi valmistellessa potilaita PET-tutkimuksiin, jolloin syväannos oli noussut hänellä 8 μSv (ks. kuvio 1 ja 2: päivä 9) ja annos oli ollut yhteensä 15 μSv . Seuraavana päivänä opiskelija ei ollut tekemisissä säteilevien aineiden tai radiolääkettä saaneiden potilaiden kanssa, ja syväannos oli pudonnut jälleen 1 μSv . Pinta-annos oli kuitenkin lisääntynyt 0,01 mSv, vaikka opiskelija ei ollut tekemisissä säteilevien aineiden tai potilaiden kanssa.

6.3 Henkilökunnan käyttökokemukset DIS-dosimetristä

Henkilökunnan kokemuksia kartoitettiin anonyymien kyselyn avulla (ks. liite 5). Kyselyn vastauksista kaikki sijoittuivat asteikolle 4 tai 5.

Ensimmäisessä kysymyksessä tarkasteltiin mittausjakson pituutta. Vastaajilta kysyttiin, kokivatko he mittausjakson sopivan pituiseksi. Vastanneista 87,5 % vastasi, että koki mittausjakson erittäin sopivan pituiseksi. Toisella kysymyksellä kartoitettiin, kuinka helpoksi henkilökunta koki dosimetrim luennan luentalaitteella. 100 % vastanneista koki luentalaitteen käytön erittäin helpoksi. Kolmannessa kysymyksessä vastaajilta kysyttiin, onko annosseuranta heidän mielestään helpottunut. Vastaajista 87,5 % koki annosseurannan helpottuneen erittäin paljon. Loput 12,5 % koki annosseurannan jonkun verran helpottuneen. Neljännessä kysymyksessä kartoitettiin, kuinka hyödylliseksi henkilökunta koki reaaliaikaisen annosseurannan. 75 % vastaajista koki reaaliaikaisemman annosseurannan erittäin hyödylliseksi. Loput 25 % vastaajista koki, että reaaliaikaisempi seuranta on jonkun verran hyödyllistä. Viimeisessä kysymyksessä kysyttiin, kuinka tyytyväinen vastaaja kaiken kaikkiaan on DIS-dosimetrin ominaisuuksiin. Vastaajista 75 % koki olevansa erittäin tyytyväisiä DIS-dosimetrin ominaisuuksiin, ja 25 % jonkun verran tyytyväisiä.

Kyselyssä vastaajilla oli myös mahdollisuus omin sanoin kuvailla käyttökokemustaan DIS-dosimetristä mittausjakson aikana. Kyselyistä saatiin kerättyä seuraavat kommentit:

"Hyvin peli!"

"Mukavaa, että voi reaaliaikaisesti seurata."

"Helppokäyttöinen."

"Hyvin toiminut. Lukijalaite on hieman antiikin aikainen."

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

DIS- ja termoloistedosimetrien lukemissa havaittiin poikkeamia. Suurin poikkeama mittausjakson lopuksi oli opiskelijalla 2, jolla termoloistedosimetrin annokset olivat syväannoksissa 54 %, ja pinta-annoksissa 83,4 % DIS-dosimetrillä mitattuja suurempia. Pienin poikkeama oli pinta-annoksia mitattaessa hoitajalla 1, jonka pinta-annos oli termoloistedosimetrillä mitattuna 17,6 % suurempi kuin DIS-dosimetrillä mitattu pinta-annos. Pienin poikkeama syväannoksissa oli hoitajalla 2, jolla syväannos oli termoloistedosimetrillä mitattuna 25 % suurempi kuin DIS-dosimetrillä mitattuna. Lisähuomioina tutkimusta tehdessä havaittiin, että DIS-dosimetreissä tapahtui pinta-annoksen häviämistä kaikilla tutkimukseen osallistuneilla.

Työpisteillä on vaikutusta säteilyannokseen. Mittaustuloksista havaittiin, että annosta kertyi eniten, kun työntekijät oli sijoitettu PET-tutkimusten valmisteluun, radiofarmasiaan tai radiolääkeinjektoiden antamiseen. Vähiten annosta kertyi kuvaushuoneissa työskenneltäessä. Opiskelijat tekivät pohdinnoissaan huomion, että he huomasivat annoksen kasvua erityisesti PET-tutkimuksia valmisteltaessa.

Henkilökunnan kokemukset DIS-dosimetrin käytöstä olivat positiivisia. 85 % koki annosseurannan helpottuneen erittäin paljon ja 75 % koki reaaliaikaisemman annosseurannan erittäin hyödylliseksi. Vastanneista kaikki olivat sitä mieltä, että dosimetrin lukeminen luentalaitteella on erittäin helppoa. 75 % oli kaiken kaikkiaan erittäin tyytyväisiä DIS-dosimetrin ominaisuuksiin.

8 POHDINTA

8.1 Tutkimustulosten tarkastelu

Mittaustuloksissa oli selkeitä poikkeamia termoloistedosimetrien ja DIS-dosimetrien välillä. Nämä erot voivat johtua joko siitä, että mittareihin kertynyt varaus häviää nopeammin DIS-dosimetristä, tai siitä, että termoloistedosimetri on ollut optimaalisemmassa kulmassa säteilylähteisiin nähden. Tutkimuksessaan vuonna 2001, Nguyen ym. havaitsivat DIS-dosimetrin annoksen häviämisen eli ”fadingin” olevan noin 0,9 – 1,1 % ensimmäisen päivän säteilytyksen jälkeen (Nguyen ym. 2001, viitattu 5.4.2020). Mittareiden erot voivat mahdollisesti johtua säteilyn tulokulman muutoksista dosimetrien välillä. Nissilän (2005) Pro Gradu -tutkielman mukaan säteilyn tulokulma aiheuttaa dosimetrille kulmariippuvuuden, eli säteilyä absorboituu dosimetriin eri määrä riippuen säteilyn tulokulmasta. Dosimetrit ovat olleet työntekijöiden rinnassa mittausjakson aikana vierekkäin, joten saman tulokulman takaaminen dosimetreille on työn lomassa mahdotonta. Mittareilla mitatut annokset ovat todella matalia, joka on mahdollinen syy annosten suuriin eroihin. Mitattaessa pieniä annoksia hajonta kasvaa, ja virhe voi olla jopa 50 % (Manninen ym. 2014, viitattu 15.5.2020). Tässä työssä käytettyjen termoloistedosimetrien annosvaste matalilla säteilyenergiolla voi yliarvioida annosta jopa 46 % (Glennie 2003), mikä voi myös selittää mittauksissa havaittuja suuria annoseroja. Potilaista emittoituva säteily vaimentuu osittain kudokseen, sekä siroaa useita kertoja, johon säteilyn energiaa kuluu. Mittareiden herkkyys vaihtelee suuresti matalan energia-alueen mittauksissa (Duggan ym. 2004, viitattu 15.5.2020). DIS-dosimetrien annoksissa on todettu häviämistä n. 70 °C lämpötilassa (Aramrun ym. 2018, viitattu 14.5.2020), mutta mittarin joutuminen näin korkeaan lämpötilaan ei ole mittausjakson aikana ollut mahdollista. Molemmat mittarit ovat kuitenkin testattuja, ja täyttävät STUKin asettamat vaatimukset henkilödosimetreille (Manninen, haastattelu 28.8.2019).

Työpisteillä oli vaikutusta annoksiin. Erityisesti silloin annoksen huomattiin kasvavan, kun tutkimukseen osallistuneet työskentelivät monien eri radionuklidien kanssa, esimerkiksi radiofarmasiassa tai pistohuoneessa. Myös PET-TT-tutkimuksia valmisteltaessa annosta kertyi huomattavasti enemmän. Kemerinkin ym. tutkimuksen mukaan PET-tutkimuksissa käytettävät ^{18}F ja ^{68}Ga aiheuttavat keholle jopa kahdeksankertaisen säteilyannoksen verrattuna $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -isotooppiin (Kemerink ym. 2012, viitattu 6.5.2020). Vähiten annosta kertyi PET-TT-potilaita haastateltaessa, sekä luun-

tiheysmittauksissa ja gammakuvaushuoneissa työskennellessä. Fathy ym. olivat gamma- ja PET-kuvantamista koskevassa tutkimuksessaan havainneet, että suuri osuus henkilökunnan sädeannoksesta aiheutuu potilaiden radiolääkeinjektioista ja valmisteluista kuvaukseen (Fathy ym. 2019, viitattu 7.5.2020).

Hoitajilla mitatut annokset olivat suurempia kuin opiskelijoiden annokset. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että opiskelijat eivät käsittele radiolääkeinjektioita lainkaan, eivätkä todennäköisesti ole yhtä paljon potilaan läheisyydessä kuin vuosia töissä olleet hoitajat. Säteily vaimenee etäisyyden neliön lain mukaisesti neljäsosaan, kun etäisyys säteilylähteestä kaksinkertaistuu (Säteilyn käytön turvallisuus kardiologiassa, 9/2018), minkä vuoksi isotooppityöskentelyssä aktiivisempi osallistuminen potilaan hoitoon, sekä säteilevien aineiden läheisyys kasvattavat työntekijän säteilyannosta.

8.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen pätevyys, eli validius, tarkoittaa tämän tutkimuksen kannalta sitä, onko tutkimuksessa onnistuttu mittaamaan sitä, mitä oli suunniteltu mitattavan. Lisäksi tässä tutkimuksessa pätevyyteen vaikuttavat, miten kyselyyn osallistuneet ovat ymmärtäneet kyselylomakkeen kysymykset ja ovatko tutkimukseen osallistuneet ymmärtäneet mittarin käytön ja lomakkeen täytön oikein. Tutkimus on pätevä, sillä siitä saadut tulokset vastaavat tutkimuksen aihetta, ja tutkimusta pystytään jatkossa vielä tarkentamaan ja parantamaan. Tutkimuksessa saadut tulokset myös vastaavat tutkimussuunnitelmassa asetettuihin tutkimuskysymyksiin. (Vilka 2015, 193-194)

Tutkimuksen luotettavuutta eli reliabiliteettia tarkastellaan tulosten tarkkuuden avulla. Tutkimus on reliaabeli, mikäli tutkimus voidaan toistaa samanlaisena, ja siitä saadaan samanlaiset tulokset. (Vilka 2015 194) Reliabiliteetti ja validiteetti muodostavat tutkimuksen kokonaisluotettavuuden, johon vaikuttavat myös mahdolliset käsittely- ja mittausvirheet, käytettyjen välineiden epätarkkuus, sekä mahdolliset ulkoiset häiriötekijät (Tuomi 2007, 149-151). Tämän tutkimuksen tuloksista kyselyn tulokset, sekä opiskelijoiden kokemukset ovat reliaabeleja, mikäli oletetaan, etteivät he muuta mieltään jatkossa. Työpisteiden vaikutuksista saadut tulokset ovat myös luotettavia, mikäli tutkimus pystytään suorittamaan täysin samanlaisena. Luotettavuuteen kuitenkin vaikuttaa muun muassa dosimetrien kulmariippuvuus, joka vaatisi, että toistettaessa tutkimuksessa käytettävien dosimetrien tulisi olla täysin samassa kulmassa kuin ensimmäisessä mittauksessa. Tämän vuoksi

täysin identtistä tutkimustulosta on mahdotonta saavuttaa, sillä dosimetrejä käytettiin työn lomassa.

Minna Väänänen viittaa opinnäytetyössään kulmariippuvuuden määrittämisessä (2014, viitattu 20.4.2020) Teemu Nissilän pro gradu -tutkielmaan. Dosimetreillä suoritettavissa annosmittauksissa on otettava huomioon dosimetrien kulmariippuvuus. Kulmariippuvuus tarkoittaa, että dosimetriin absorboituva säteily on riippuvainen säteilykeilan tulokulmasta. Se hankaloittaa tarkkojen mittaustulosten saamista, sillä ei voida olla täysin varmoja siitä, missä asennossa dosimetri on säteilyn tulokulmaan nähden ollut mittausten aikana. Tämä tarkoittaa sitä, että mittauksen tulokset eivät ole täysin luotettavia.

Kun tutkimus mittaustulokset ovat muiden kuin tutkimuksen tekijän kirjaamia, ei tutkimuksen tekijä voi olla varma kirjausten oikeellisuudesta. Täytettävä kaavake pyrittiin pitämään mahdollisimman helppotäyttöisenä, jotta kirjaamisvirheiltä vältyttäisiin. Kirjaamisvirheitä on kuitenkin voinut tapahtua, jotka ovat voineet vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin. Tätä tutkimustapaa käyttämällä saatiin kuitenkin täydellisesti työolojen säteilyannosta kuvaavia tuloksia, joita ei olisi mahdollista saavuttaa järjestetyissä ja ennalta suunnitelluissa mittaustilanteissa. (Vilka 2015, 194)

Opiskelijoiden pohdinnat perustuvat opiskelijoiden omiin kokemuksiin ja havaintoihin, eivätkä ole mittausten avulla todistettuja. Näitä havaintoja käytetään tutkimuksessa tehtyjen havaintojen tukena. Opiskelijoiden havaintojen luotettavuus on perusteltavissa sillä, että tutkijan raportoimat tulokset vastaavat tutkittavien kokemuksia (ks. Vilka 2015, 196).

Tutkimuksen perusjoukko on pieni, jonka vuoksi myös otos on pieni (ks. Vilka 2007, 51). Tämä heikentää tutkimuksen luotettavuutta (ks. Hirsjärvi ym. 2004, 169). Tutkimuksen luotettavuutta olisi voitu parantaa lisäämällä koehenkilöiden määrää, jotta olisi saatu suurempi otos, ja vaihtamalla dosimetrien kiinnityspaikkoja esimerkiksi niin, että puolet kohderyhmästä pitää dosimetrejä toisin päin kiinnitettynä. Tässä tutkimuksessa dosimetrien kiinnityspaikka määritettiin niin, että niiden tulee olla kiinnitettynä vierekkäin. Myös pidempi mittausjakso olisi lisännyt mittausten luotettavuutta, kun aineistoa olisi ollut enemmän. Kyselyn tulosten luotettavuutta olisi voitu parantaa suuremmalla kohderyhmällä, esimerkiksi ottamalla mukaan myös muiden osastojen henkilökuntaa, joilla DIS-dosimetri on käytössä (ks. Vilka 2007, 51). Isotooppiosaston henkilökunta käy pitkän perehdytyksen. Molemmat osallistuneet työntekijät ovat olleet isotooppiosastolla töissä yli 2 vuotta, joten työkokemuksella tuskin on vaikutusta säteilyannosten eroihin.

8.3 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimukselle on hankittu tutkimuslupa ennen tutkimuksen aloitusta, jota haettaessa on esitetty tutkimussuunnitelma, jossa ilmenivät tutkimuksessa käytettävät aineistonkeruumuodot. Tutkimuslupaa edellytetään, kun tutkitaan organisaation toimintaa tai jäseniä (Kuula 2011, 276). Jotta tutkimus noudattaisi hyviä eettisiä periaatteita, tutkimukseen osallistuvilla on kerrottava tutkimuksen tavoitteesta ja pääaiheista, jotta he voivat tehdä riittäviin perusteisiin nojaavan päätöksen tutkimukseen osallistumisesta, ja osallistumisen tulee perustua vapaaehtoisuuteen (Kuula 2011, 105-107). Henkilöille, jotka ovat osallistuneet tutkimukseen, on ennen tutkimuksen aloitusta selitetty tutkimuksen kulku, sekä heidän roolinsa tutkimuksessa. Suomessa henkilötietojen käsittelyssä sovelletaan tietosuojalakia (Tietosuojalaki 5.12.2018/1050, 3 §). Tutkimuksessa ei käsitelty henkilötietoja, ja kyselyyn vastanneet ovat säilyttäneet anonymiteettinsä. Myös tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden nimet on piilotettu, eivätkä he ole tunnistettavissa.

Kukaan tutkimukseen osallistuneista ei saanut ylimääräistä säteilyaltistusta tutkimuksen vuoksi, sillä tutkimuksen aineisto kerättiin osana osallistuneiden normaalia työpäivää (ks. Säteilylaki 2018/859, § 6). Mittaukset pyrittiin pitämään mahdollisimman luontevana osana henkilökunnan työskentelyä. Henkilökunta sai vastata kyselyyn anonymisti, ja täytetyt kyselylomakkeet hävitettiin tutkimuksen julkaisun jälkeen.

Tutkimuksen lähteet on merkitty asianmukaisesti, ja lähteinä on käytetty luotettavaa ja mahdollisimman uutta tutkimustietoa. Kaikki lähteet on valittu puolueettomasti, eikä tutkimuksen suorittamisessa ollut eturistiriitoja. Tutkimuksen teksti on itse tuotettua, eikä sitä ole kopioitu. (Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa, 2012, viitattu 5.5.2020)

8.4 Omat oppimiskokemukset ja jatkotutkimushaasteet

Opinnäytetyöprosessi on ollut kokonaisuudessaan opettavainen ja innostava. Olen päässyt alusta asti opettelemaan huolellista työskentelyä tutkimuksen suunnittelu-, raportointi- sekä aineiston keruun vaiheissa. Olen prosessin aikana saanut myös arvioida toisten opiskelijoiden opinnäytetyötä, mikä on opettanut lukemaan ja tulkitsemaan tieteellistä tekstiä.

Tietoperustaa rakentaessani pääsin laajasti tutustumaan erilaisiin annosmittausmenetelmiin, sekä Suomessa sovellettavaan säteilylakiin henkilökohtaisiin annosmittauksiin liittyen. Koen erityisen

syvällisesti perehtyneeni säteilylakiini, sekä valtioneuvoston asetukseen ionisoivasta säteilystä opinnäytetyötä tehdessäni. Niiden avulla olen laajentanut röntgenhoitajakoulutuksessa rakentamani tietoperustaa henkilökunnan annosmittauksiin liittyen. Syvensin myös tietämystäni annosmittausten järjestämisestä, sekä henkilökunnan annosmittauksia järjestävistä palveluista. Opin tutkimustyön peruseriaatteen, sekä tutkimuksen tekemiseen liittyviä käytäntöjä. Opin olemaan kriittinen lähteitä valitessani, sekä valitsemaan lähteitä mahdollisimman laaja-alaisesti tietoperustan laajentamisen kannalta. Opin käyttämään erilaisia tietokantoja tutkimustiedon hakemiseen, sekä kriittisesti valitsemaan oikeat tiedonhakulähteet. Kansainvälisten tutkimuslähteiden etsiminen ja analysointi oli haastavaa, mutta hyödyllistä. Opin paljon uutta, alaan liittyvää englannin kielistä sanastoa, ja opin etsimään kansainvälisiä lähteitä käyttäen oikeita termejä.

Käsitellessäni tutkimusaineistoa pääsin toteuttamaan määrällisen aineiston analysointia, sekä pohtimaan syy-seuraussuhteita ja tulosten paikkansapitävyyttä. Käsittelin myös opinnäytetyössäni hieman laadullista aineistoa, joten pääsin myös tutustumaan laadullisen aineiston analysointitapoihin. Opin olemaan kriittinen mittaustuloksien suhteen, sekä selvittämään niiden oikeellisuutta. Käytin tulosten tarkastelussa paljon Microsoft Excel -ohjelmaa, ja opin luomaan selkeitä ja tutkimustuloksia havainnollistavia kaavioita.

Jatkotutkimushaasteena on suorittaa mittauksia termoloistedosimetrillä ja DIS-dosimetrillä niin, että otetaan huomioon mittareiden kulmariippuvuus, sekä muut ulkoiset tekijät, kuten etäisyys säteilylähteeseen. Mittauksia tulisi verrata toisiinsa, kun mittaukset on suoritettu varmasti samantyyppisissä oloissa kummallekin dosimetrimille. Tässä opinnäytetyöprosessissa mittaukset on toteutettu työoloissa, ja se on voinut vaikuttaa mittauksissa ilmeneviin, dosimetrien välisiin poikkeamiin.

LÄHTEET

Aikasarja-analyysi, Jyväskylän yliopisto, viitattu 15.5.2020

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmat/aikasarja-analyysi>

Annosmittauspalveluiden ja radonmittalaitteiden hyväksyntä, Säteilyturvakeskus

<https://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/sateilymittaukset/annosmittauspalveluiden-ja-radonmittalaitteiden-hyvaksynta>

Aramrun, P., Beresford, N. & Wood, M. 2018, Selecting passive dosimetry technologies for measuring the external dose of terrestrial wildlife, *Journal of Environmental Radioactivity*, 2/2018, vol. 182, 128-137.

DIS-dosimetri, Doseco, 12.5.2019

<http://www.doseco.fi/dis>

DIS-dosimetrin käyttöopas, 12.5.2019:

https://dosimetry.web.cern.ch/sites/dosimetry.web.cern.ch/files/download/DIS-1_UserManual.pdf

Dosimetria, Säteilyturvakeskus 12.5.2019

https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/6_3.pdf/7073f5f8-cfd2-4d4a-96fe-5ed556d58a14

Duggan, L., Hood, C., Warren-Forward, H. & Kron, T. Variations in dose response with X-ray energy of LiD:Mg,Cu,P thermoluminescence dosimeters: Implications for clinical dosimetry. *Phys. Med. Biol.* 49, 2821-2845 (2004), viitattu 15.5.2020.

Fathy, M., Magdy, K., Wael, E. & Haitham, M., 16.4.2019, Occupational Radiation Dose to Nuclear Medicine Staff Due to ^{99m}Tc, ¹⁸F-FDG PET and Therapeutic ¹³¹I Based Examinations, *Radiation Protection Dosimetry*, 186/4, 443-451.

Glennie, G. D., 2003, A comparison of TLD dosimeters: LiD;MG,Ti and LiF;Mg,Cu,P for measurement of radiation therapy doses, Abstracts of recent ph.d. theses pertinent to medical physics, viitattu 15.5.2020.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 1997. Tutki ja kirjoita. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy 2004.

Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa, Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2012, 4.5.2020.

https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

Kaijaluoto, S., Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa 2012, 2014 STUK-B/Toukokuu 2014.

https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/126620/STUK-B_169.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kemerink, G., Vanhavere, F., Barth, I. & Mottaghy, F., 15.11.2011, Extremity doses of nuclear medicine personnel: a concern, viitattu 6.5.2020.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3276764/>

Korpela, H. 2004, Isotooppilääketiede, viitattu 12.4.2020.

https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja3_3.pdf/5a5eba88-7559-41a4-b0b8-ebef3cad5724

Kuula, A. Tutkimusetiikka – Aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys, 2011, Jyväskylä, Bookwell Oy, 2011.

Liukkonen, J. 2019 STUK-B 227/Helmikuu 2019, Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa 2015.

<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/137634/stuk-b227.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Manninen, A-L., haastattelu 28.8.2019.

Manninen, A-L., Kotiaho, A., Nikkinen J., & Nieminen M. T. 13.8.2014, Validation of a Mosfet dosimeter system for determining the absorbed and effective radiation doses in diagnostic radiology, viitattu 15.5.2020

Marttila, O. 2004, Suureet ja yksiköt, viitattu 19.5.2020

https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja1_2.pdf/962923f7-3843-4528-8b26-67d239988ffc

McParland, Brian J., 2010, Nuclear Medicine Radiation Dosimetry: Advanced Theoretical Principles, Springer-Verlag London Limited 2010.

Nguyen P., Murayama, T., Otsuji, K., Obata, K., & Murakami, H. 23.5.2001, Basic Characteristics Examination of DIS (Direct Ion Dosimeter) Dosimeter, JAERI-Tech 2001-047.

Nissilä, T. 2005, Suurten ftoniannosten mittaaminen termoloistemenetelmällä, Pro Gradu - tutkielma.

<https://docplayer.fi/44590200-Suurten-ftoniannosten-mittaaminen-termoloistemenetelmalla.html>

OYS, isotooppiosasto, 17.9.2019.

<https://www.ppshep.fi/Toimipaikat/Kuvantaminen/Toimipisteet/Isotooppiosasto/Pages/default.aspx>

Palvelut, Doseco, 20.4.2020.

<https://www.doseco.fi/palvelut/henkiloannosmittaukset/tilaaminen/>

Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E., Tervonen, O. 2005, Radiologia. Helsinki, WSOY.

Säteily terveydenhuollossa, isotooppilääketiede, Säteilyturvakeskus 16.5.2019.

<https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/isotooppilaaketiede>

Säteilylaki 15.12.2018 859, 17.9.2019.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180859>

Säteilyn käytön turvallisuus kardiologiassa, 9/2018, Säteilyturvakeskus, viitattu 8.5.2020.

<http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/136835/STUK-opastaa-Kardiologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Säteilyturvakeskuksen määräys säteilymittauksista S/6/2918, STUK, Helsinki 31.12.2018, viitattu 12.5.2020.

Termoloistedosimetri, Doseco, 16.5.2019.

<http://www.doseco.fi/termoloistedosimetri>

Tilastollisesti kuvaava analyysi, Jyväskylän yliopisto, 20.4.2020.

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmat/tilastollisesti-kuvaava-analyysi>

Tietosuojalaki, 5.12.2018/1050, viitattu 3.5.2020.

<https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20181050>

Tuomi, J., 2007, Tutki ja lue – Johdatus tieteellisen tekstin ymmärtämiseen. Jyväskylä, Gummerus Oy.

Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä, 22.11.2018, 2.10.2019.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20181034>

Tyypittely ja luokittelu, Jyväskylän yliopisto, 14.5.2020.

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/ongelmanasettelu/tyypittely-ja-luokittelu>

Vilkkä, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Jyväskylä: Tammi.

<http://hanna.vilka.fi/wp-content/uploads/2014/02/Tutki-ja-mittaa.pdf>

Vilkkä, H. 2015. Tutki ja kehitä. Jyväskylä: PS-kustannus.

Väänänen, M. 2014. Kasvojen alueen säteilyannokset ja säteilyn sironta kartiokeilatietokonetomografiatutkimuksissa. Oulun ammattikorkeakoulu Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 20.4.2020.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/70795/Vaananen_Minna.pdf;jsessionid=416CBFB4BA922CF19DE6D4DE9D6D90D2?sequence=1

HOITAJA 1: TYÖPISTEIDEN JA ANNOSTEN KIRJANPITO

LIITE 1

19/11 - 0002

Työntekijän tai opiskelijan nimi:					
Merkitse jokainen työtehtävä ruksilla päiväkohtaisesti.					
HUOM! Merkitse myös DIS-dosimetrien lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	PVM 18.11.	PVM 19.11.	PVM 20.11.	PVM 21.11.	PVM 22.11.
DIS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	15,22/0,014				
DIS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	22,61	38,71	40,54	57,54	
Pinta-annos	0,82 mSv	0,06 mSv	0,07 mSv	0,08 mSv	
Radiofarmasia					
Soluleimaus					
Pistohuone	X	X	X	X	
Symbia 2 -h					
Symbia 5 -h					
PET-hoitaja					
PET-potilashoitaja					
PET-TT toiminnan valmistelu (F-18 -FDG)					
Posjetin laadunvarmistus Cs-137:llä					
F-18 -FDG:n käyttöön saattaminen (Posjet)					
F-18 -FDG -injektio i-123:lla					
F-18 -FDG:n annostelu (käsini)					
F-18 -FDG:n injektio (käsini)					
Muu potilastyö, avustaminen					
Posjetin käyttöongelmien selvittely					
Ga-68-radiolääkkeen valmistus					
Ga-68-syntesi					
Ga-68-laatu		X			X
Ga-68-ylipitoeluoinnit + Ga-68 -mittaus 1.					
Ga-68 -mittaus 2.					
Ga-68 injisointi (käsini)		X			X
Muu työ Ga-68-valmistukseen liittyen					
Radiofarmasiatyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto +Moly-testi					
Tc-99m-generaattorin eluointi					
Radiolääkkeiden annostelu (i-123)					
Radiolääkkeiden valmistus ja annostelu (Tc-99m)					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Muu työ					
Pistohuonetyö					
Radiolääkeinjektiot (Tc-99m)	X	X	X	X	
Radiolääkeinjektiot (i-123)					
Radiodiodihoidot					
Laadunvarmistus		X			
Tc-99m-generaattorin vaihto					X
Radiolääkepakkettien purku ja varastointi	X		X		
Radioakt. jätteiden käsittely	X	X			
Soluleimaustyö					
Leukoosyttillemaus (Tc-99m)					
Muut soluleimaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpaikka					
Radiolääkeinjektiot (Tc-99m)					
Technegas (Tc-99m)					
Potilaan kuvaus Tc-99m					
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -lewy					
Potilaan kuvaus i-123					
Potilaan kuvaus i-123+ Tc-99m					
Potilaan kuvaus i-131					
Potilaan kuvaus _____ (muu isotooppi)					
Muu työ ko. työpaikassa (laadunvarm.)					
LUUTM					
RTG-työskentely					

Työntekijän tai opiskelijan nimi:					
Merkitse jokainen työtehtävä rukoilla päiväkohtaisesti.					
HUOM! Merkitse myös DIS-dosimetrien lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	PVM	PVM	PVM	PVM	PVM
DIS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	25.11.	26.11.19	27.11	28.11.	—
DIS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	60 pSv	62 pSv	75 pSv	77	
Pinta-annos	0,08 mSv	0,09 mSv	0,10 mSv	0,12	
Radiolääkitys	X	X	X	X	
Soluleimaus					
Pistohuone					
Symbia 2-h					
Symbia 5-h					
PET-hoitaja					
PET-potilashoitaja					
PET-TT toiminnan valmistelut (F-18 -FDG)					
Posiivien laadunvarmistus Cs-137:lla					
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posiiv)					
F-18 -FDG -injektio automaattisesti Po si i e T				X	
F-18 -FDG:n annostelu (käsini)					
F-18 -FDG:n injektio (käsini)					
Muu potilastyö, avustaminen					
Posiivien käyttöongelmien selvittely					
Ga-68-radiolääkkeen valmistus					
Ga-68-synteesi			X		
Ga-68-laatu					
Ga-68-yliäpitoeluoinnit + Ga-68 -mittaus 1.	X				
Ga-68 -mittaus 2.			X		
Ga-68 injektio (käsini)					
Muu työ Ga-68-valmistukseen liittyen					
Radiolääketyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto +Moly-testi					
Tc-99m-generaattorin eluointi	X	X	X	X	
Radiolääkkeiden annostelu (i-123)			X		
Radiolääkkeiden valmistus ja annostelu (Tc-99m)	X	X	X	X	
Radioakt. jätteen käsittely					
Muu työ					
Pistohuonetyö					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)					
Radiolääkeinjektio (i-123)					
Radiojohdohoidot					
Laadunvarmistus					
Tc-99m-generaattorin vaihto					
Radiolääkepakettien purku ja varastointi					
Radioakt. jätteen käsittely					
Soluleimautus					
Leukosyyttileimaus (Tc-99m)					
Muut soluleimaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpiste					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)	X				
Technegas (Tc-99m)					
Potilaan kuvaus Tc-99m	X				
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -levy					
Potilaan kuvaus i-123					
Potilaan kuvaus i-123+ Tc-99m					
Potilaan kuvaus i-131					
Potilaan kuvaus _____ (muu isotooppi)					
Muu työ ko. työpaikassa (laadunvarm.)					
LUUTM			X		
RTG-työskentely					

Työntekijän tai opiskelijan nimi:					
Merkitse jokainen työtehtävä rukoilla päiväkohtaisesti.					
HUOM! Merkitse myös DIS-dosimetrien lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	PVM	PVM	PVM	PVM	PVM
DIS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	2.12	3.12	4.12		
DIS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	85 μ Sv	87 μ Sv	89 μ Sv		
Pinna-annos	0,1 mSv	0,11 mSv	0,11 mSv		
Radiofarmasia					
Soluleimaus					
Pistohuone					
Symbia 2 -h					
Symbia 5 -h	X				
PET-hoitaja					
PET-potilashoitaja			X		
PET-TT toiminnan valmistelu (F-18 -FDG)					
Posiitin laadunvarmistus Cs-137:llä					
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posiitin)					
F-18 -FDG -injektio indellä					
F-18 -FDG:n annostelu (käsini)					
F-18 -FDG:n injektio (käsini)					
Muu potilastyö, avustaminen					
Posiitin käyttöönoton selvitys					
Ga-68-radiolääkkeen valmistus					
Ga-68-syntesi					
Ga-68-laatu					
Ga-68-ylläpitoeluoinnit + Ga-68 -mittaus 1.					
Ga-68 -mittaus 2.					
Ga-68 injektio (käsini)					
Muu työ Ga-68-valmistukseen liittyen					
Radiofarmasiatyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto »Moly-testi					
Tc-99m-generaattorin eluointi					
Radiolääkkeiden annostelu (I-123)					
Radiolääkkeiden valmistus ja annostelu (Tc-99m)					
Radioakt. jätteen käsittely					
Muu työ					
Pistohuone					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)		X			
Radiolääkeinjektio (I-123)					
Radiojohdote					
Laadunvarmistus					
Tc-99m-generaattorin vaihto					
Radiolääkepakettien purku ja varastointi					
Radioakt. jätteen käsittely					
Soluleimaustyö					
Leukosyyttileimaus (Tc-99m)					
Muut soluleimaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpaikka					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)					
Technegas (Tc-99m)					
Potilaan kuvaus Tc-99m	X				
Potilaan kuvaus Tc-99m Co-57 -levy	X				
Potilaan kuvaus I-123					
Potilaan kuvaus I-123+ Tc-99m					
Potilaan kuvaus I-131					
Potilaan kuvaus [muu isotooppi]					
Muu työ ko. työpaikassa (laadunvarm.)					
LUUTM		X	X		
RTG-työskentely					

HOITAJA 2: TYÖPISTEIDEN JA ANNOSTEN KIRJANPITO

LIITE 2

10711 - 0003

Työntekijän tai opiskelijan nimi:						
Merkitse jokainen työtehtävä rukoilla päiväkohtaisesti.						
HUOM! Merkitse myös DIS-dosimetrien lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.						
	PVM 18.11	PVM 19.11	PVM 20.11	PVM 21.11	PVM 22.11	
DIS-annostittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	4p10: 107 pμSv	4p02: 0.13 mSv				
DIS-annostittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	11.6 mSv	13.2 mSv	15.3 mSv	15.8 mSv	18.3 mSv	
Pinta-annos	0.14 mSv	0.16 mSv	0.16 mSv	0.18 mSv	0.2 mSv	
Radiofarmasia	X	X	X	X	X	
Soluleimaus						
Pistohuone						
Symbia 2 -h						
Symbia 5 -h						
PET-hoitaja	X	X	X			
PET-potilashoitaja						
PET-TT toiminnan valmistelu (F-18 -FDG)						
Posiitin laadunvarmistus Cs-137:lla						
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posiitit)						
F-18 -FDG -injektio indella (Posiitit)	X	X	X	X		
F-18 -FDG:n annostelu (käsini)						
F-18 -FDG:n injektio (käsini)						
Muu potilastyö, avustaminen						
Posiitin käyttöongelmien selvittely						
Ga-68-radiolääkkeen valmistus						
Ga-68-synteesi		X	X		X	
Ga-68-laatu						
Ga-68-ylipitoisuusmittaus + Ga-68 -mittaus 1.	X					
Ga-68 -mittaus 2.						
Ga-68 injektio (käsini)			X		X	
Muu työ Ga-68 valmistukseen liittyen						
Radiofarmasiatyö						
Tc-99m-generaattorin vaihto +Moly-testi						X
Tc-99m-generaattorin eluointi	X	X	X	X	X	X
Radiolääkkeiden annostelu (i-123)			X			
Radiolääkkeiden valmistus ja annostelu (Tc-99m)	X	X	X	X	X	X
Radioakt. jätteiden käsittely						X
Muu työ						
Pistohuonetyö						
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)						
Radiolääkeinjektio (i-123)						
Radiojodihoidot						
Laadunvarmistus						
Tc-99m-generaattorin vaihto						
Radiolääkepakettien purku ja varastointi						
Radioakt. jätteiden käsittely						
Soluleimaus						
Leukosyyttileimaus (Tc-99m)						
Muut soluleimaukset						
Gammakamera/SPECT-TT-työpaikka						
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)						
Technegas (Tc-99m)						
Potilaan kuvaus Tc-99m						X
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -levy						
Potilaan kuvaus i-123						
Potilaan kuvaus i-123+ Tc-99m						
Potilaan kuvaus i-131						
Potilaan kuvaus _____ (muu isotooppi)						
Muu työ ko. työpaikassa (laadunvarm.)						
LUUTM						
RTG-työskentely						

Työntekijän tai opiskelijan nimi:					
Merkitse jokainen työtehtävä riksilla päiväkohtaisesti.					
HUOM! Merkitse myös DIS-dosimetin lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	PVM	PVM	PVM	PVM	PVM
DIS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	25.11	26.11	27.11	28.11	29.11
DIS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	-	-	183 μ Sv	200 μ Sv	213 μ Sv
Pinta-annos	-	-	0.21 μ Sv	0.23 μ Sv	0.25 μ Sv
Radiofarmasia					
Soluleimaus					
Pistohuone					
Symbia 2 -h					
Symbia 5 -h					
PET-hoitaja				X	
PET-potilashoitaja					
PET-TT toiminnan valmistelu (F-18 -FDG)					
Posjetin laadunvarmistus Cs-137:lla				X	
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posjet)				X	
F-18 -FDG -injektio uusi fos. h. i				X	
F-18 -FDG:n annostelu (käs.)					
F-18 -FDG:n injektio (käs.)					
Muu potilastyö, avustaminen				X	
Posjetin käyttöongelmien selvittely					
Ga-68-radiolääkkeen valmistus					
Ga-68-synteesi					X
Ga-68-laatu					
Ga-68-yläpitoeluoinnit + Ge-68 -mittaus 1.					
Ge-68 -mittaus 2.					
Ga-68 injisointi (käs.)					
Muu työ Ga-68-valmistukseen liittyen					
Radiofarmasiatyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto +Moly-testi					X
Tc-99m-generaattorin eluointi					X
Radiolääkkeiden annostelu (i-123)					
Radiolääkkeiden valmistus ja annostelu (Tc-99m)					X
Radioakt. jätteiden käsittely					X
Muu työ					
Pistohuonetyö					
Radiolääkeinjektiot (Tc-99m)					
Radiolääkeinjektiot (i-123)					
Radiojodihoidot					
Laadunvarmistus					
Tc-99m-generaattorin vaihto					
Radiolääkepakettien purku ja varastointi					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Soluleimaustyö					
Leukosyyttileimaus (Tc-99m)					
Muut soluleimaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpiste					
Radiolääkeinjektiot (Tc-99m)					
Technegas (Tc-99m)					
Potilaan kuvaus Tc-99m					
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -levy					
Potilaan kuvaus i-123					
Potilaan kuvaus i-123+ Tc-99m					
Potilaan kuvaus i-131					
Potilaan kuvaus _____ (muu isotooppi)					
Muu työ ko. työpisteessä (laadunvarm.)					
LUUTM					
RTG-työskentely Pärö (mm. asastakuv.)	X	X	X		

Työntekijän tai opiskelijan nimi:					
Merkitse jokainen työtehtävä riksilla päiväkohtaisesti.					
HUOM! Merkitse myös DIS-dosimetin lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	PVM	PVM	PVM	PVM	PVM
DIS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	2.12	3.12	4.12	5.12	—
DIS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	219 pSv	238 pSv	251 pSv	268 pSv	
Pinta-annos	0.26 mSv	0.28 mSv	0.29 mSv	0.30 mSv	
Radiofarmasia	X	X	X	X	
Solulemaus					
Pistohuone					
Symbia 2 -h					
Symbia 5 -h					
PET-hoitaja					
PET-potilashoitaja					
PET-TT toiminnan valmistelut (F-18 -FDG)					
Posjetin laadunvarmistus Cs-137:lla					
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posjet)					
F-18 -FDG -injektio idellä P_{inj} / P_{inj}	X				
F-18 -FDG:n annostelu (käsini)					
F-18 -FDG:n injektio (käsini)					
Muu potilastyö, avustaminen					
Posjetin käyttöongelmien selvittely					
Ga-68-radiolääkkeen valmistus					
Ga-68-synteesi		X	X	X	
Ga-68-laatu					
Ga-68-yläpitoeluoinnit + Ge-68 -mittaus 1.	X				
Ge-68 -mittaus 2.			X		
Ga-68 injisointi (käsini)		X			
Muu työ Ga-68-valmistukseen liittyen					
Radiofarmasiatyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto +Moly-testi				X	
Tc-99m-generaattorin eluointi	X	X	X	X	
Radiolääkkeiden annostelu (i-123)			X	X	
Radiolääkkeiden valmistus ja annostelu (Tc-99m)	X	X	X	X	
Radioakt. jätteiden käsittely				X	
Muu työ					
Pistohuonetyö					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)					
Radiolääkeinjektio (i-123)					
Radiojodihoidot					
Laadunvarmistus					
Tc-99m-generaattorin vaihto					
Radiolääkepakettien purku ja varastointi					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Solulemaustyö					
Leukosyyttilemaus (Tc-99m)					
Muut solulemaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpaikka					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)					
Technegas (Tc-99m)					
Potilaan kuvaus Tc-99m			X	X	
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -levy					
Potilaan kuvaus i-123					
Potilaan kuvaus i-123+ Tc-99m					
Potilaan kuvaus i-131					
Potilaan kuvaus _____ (muu isotooppi)					
Muu työ ko. työpaikassasi (laadunvarm.)					
LUUTM					
RTG-työskentely					

Työntekijän tai opiskelijan nimi:					
Merkitse jokainen työtehtävä rukoilla päiväkohtaisesti.					
HUOM! Merkitse myös DIS-dosimetrien lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	PVM	PVM	PVM	PVM	PVM
OIS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	9.12	10.12	11.12	12.12	13.12
OIS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: syväannos	269 µSv	270 µSv	271 µSv	279 µSv	280 µSv
Pinta-annos	0.31 mSv	0.31 mSv	0.31 mSv	0.32 mSv	0.30 mSv
Radiofarmasia					
Soluleimaus					
Pistohuone					
Symbia 2 -h					
Symbia 5 -h					
PET-hoitaja					
PET-potilashoitaja	X		X	X	X
PET-TT toiminnan valmistelu (F-18 -FDG)					
Posiitin laadunvarmistus Co-137:lla					
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posiitit)					
F-18 -FDG -injektio laadulta			X		
F-18 -FDG:n annostelu (käsini)					
F-18 -FDG:n injektio (käsini)					
Muu potilastyö, avustaminen	X		X	X	X
Posiitin käyttöongelmien selvittely					
Ga-68 radiolääkkeen valmistus					
Ga-68 synteesi					
Ga-68 laatu					
Ga-68 -ylläpitoeluoinnit + Ga-68 -mittaus 1.					
Ga-68 -mittaus 2.					
Ga-68 injektio (käsini)				X	
Muu työ Ga-68 valmistukseen liittyen					
Radiofarmasiatyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto + Moly-testi					
Tc-99m-generaattorin eluointi					
Radiolääkkeiden annostelu (I-123)					
Radiolääkkeiden valmistus ja annostelu (Tc-99m)					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Muu työ					
Pistohuonetyö					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)					
Radiolääkeinjektio (I-123)					
Radiojodihoidot					
Laadunvarmistus					
Tc-99m-generaattorin vaihto					
Radiolääkepakettien purku ja varastointi					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Soluleimaustyö					
Leukosyyttileimaus (Tc-99m)					
Muut soluleimaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpiste					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)					
Technegas (Tc-99m)					
Potilaan kuvaus Tc-99m		X		X	
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -levy					
Potilaan kuvaus I-123					
Potilaan kuvaus I-123+ Tc-99m					
Potilaan kuvaus I-131					
Potilaan kuvaus (muu isotooppi)					
Muu työ ko. työpisteessä (laadunvarm.)					
LUUTM	X	X	X		X
RTG-työskentely					

OPISKELIJA 1: TYÖPISTEIDEN JA ANNOTEN KIRJANPITO

LIITE 3

TLD - DOSIMETRIN NUMERO
TK 034 1911 - 0004

Työntekijän tai opiskelijan nimi:	TK?				
Merkitse jokainen työtehtävä rukoilla päiväkohtaisesti.					
HUOM! Merkitse myös DIS-dosimetin lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	Pvm 18.11.	Pvm 19.11.	Pvm 20.11.	Pvm 21.11.	Pvm 22.11.
DIS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	0,0				
DIS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	0,05 Sv	5 pSv	10 pSv	11 pSv	17 pSv
Pinta-annos	0,01 mSv	0,02 mSv	0,01 mSv	0,02 mSv	0,02 mSv
Radiofarmasia					
Soluleimaus					
Pistohuone					
Symbia 2 -h	X	X	X	X	X
Symbia 5 -h					
PET-hoitaja					
PET-potilashoitaja					
PET-TT toiminnan valmistelut (F-18 -FDG)					
Posijetin laadunvarmistus Co-137:lla					
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posijet)					
F-18 -FDG -injektio Iridellä					
F-18 -FDG:n annostelu (käsini)					
F-18 -FDG:n injektio (käsini)					
Muu potilastyö, avustaminen					
Posijetin käyttöongelmien selvittely					
Ga-68 radiolääkkeen valmistus					
Ga-68 -synteesi					
Ga-68 -laatu					
Ga-68 -ylläpitoelusiinit + Ga-68 -mittaus 1.					
Ga-68 -mittaus 2.					
Ga-68 injektio (käsini)					
Muu työ Ga-68 valmistukseen liittyen					
Radiofarmasiatyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto +Moly-testi					
Tc-99m-generaattorin eluointi					
Radiolääkkeiden annostelu (I-123)					
Radiolääkkeiden valmistus ja annostelu (Tc-99m)					
Radioakt. jätteen käsittely					
Muu työ					
Pistohuonetyö					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)					
Radiolääkeinjektio (I-123)					
Radiojohdohoidot					
Laadunvarmistus					
Tc-99m-generaattorin vaihto					
Radiolääkepakettien purku ja varastointi					
Radioakt. jätteen käsittely					
Soluleimaustyö					
Leukosyyttileimaus (Tc-99m)					
Muut soluleimaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpaiste					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)	X	X	X		
Technegas (Tc-99m)					
Potilaan kuvaus Tc-99m			X	X	X
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -levy	X	X		X	
Potilaan kuvaus I-123					
Potilaan kuvaus I-123+ Tc-99m			X		
Potilaan kuvaus I-131	X				
Potilaan kuvaus (muu isotooppi)				X I-111	
Muu työ ko. työpaisteissa (laadunvarm.)		X	X		X
LUUTM					
RTG-työskentely					

Työntekijän tai opiskelijan nimi:					
Merkitse jokainen työtehtävä riksilla päiväkohtaisesti.					
HUOM! Merkitse myös DiS-dosimetrin lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	PVM	PVM	PVM	PVM	PVM
DiS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	25.11.19	26.11.19	27.11.19	28.11.19	29.11.19
DiS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	20µSv	25µSv	27µSv	29µSv	33µSv
Pinta-annos	0,02mSv	0,02mSv	0,03mSv	0,03mSv	0,03mSv
Radiofarmasia		X			
Soluleimaus					
Pistohuone	X	X	X		
Symbia 2 -h				X	X
Symbia 5 -h				X	
PET-tutkija					
PET-potilashoitaja					
PET-TT toiminnan valmistelu (F-18 -FDG)					
Posiitin laadunvarmistus Cs-137:llä					
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posiit)					
F-18 -FDG -injektio Irinelä					
F-18 -FDG:n annostelu (käsini)					
F-18 -FDG:n injektio (käsini)					
Muu potilastyö, avustaminen					
Posiitin käyttöongelmien selvittely					
Ga-68-radiolääkkeen valmistus					
Ga-68-synteesi					
Ga-68-laatu					
Ga-68-yläpitoeluoinnit + Ga-68 -mittaus 1.					
Ga-68 -mittaus 2.					
Ga-68 injektio (käsini)			X		
Muu työ Ga-68-valmistukseen liittyen					
Radiofarmasiatyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto +Moly-testi					
Tc-99m-generaattorin eluointi		X			
Radiolääkkeiden annostelu (I-123)					
Radiolääkkeiden valmistus ja annostelu (Tc-99m)		X			
Radioakt. jätteiden käsittely					
Muu työ					
Pistohuone					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)	X	X			
Radiolääkeinjektio (I-123)			X		
Radiojodihoidot					
Laadunvarmistus	X, GER	X	X		
Tc-99m-generaattorin vaihto					
Radiolääkepakettien purku ja varastointi			X		
Radioakt. jätteiden käsittely					
Soluleimaustyö					
Leikkotyötila (Tc-99m)					
Muut soluleimaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpiste					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)				X	X
Technegas (Tc-99m)				X	
Potilaan kuvaus Tc-99m				X	X
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -levy				X	X
Potilaan kuvaus I-123					
Potilaan kuvaus I-123+ Tc-99m					
Potilaan kuvaus I-131					
Potilaan kuvaus _____ (muu isotooppi)					
Muu työ ko. työpisteessä (laadunvarm.)					
LUUTM					
RTG-työskentely					

Työntekijän tai opiskelijan nimi:					
Merkitse jokainen työtehtävä ruskilla päiväkohtaisesti.					
HUOMI! Merkitse myös DIS-dosimetrin lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	PVM	PVM	PVM	PVM	PVM
DIS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	2.12.19	3.12.19	4.12.19	5.12.19	11/2019
DIS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	42 pSv	44 pSv	47 pSv	51 pSv	
Pinta-annos	0,04 mSv	0,04 mSv	0,04 mSv	0,03 mSv	
Radiofarmasia					
Soluleimaus					
Pistohuone					
Symbia 2 -h					
Symbia 5 -h	X	X	X	X	
PET-hoitaja					
PET-potilashoitaja					
PET-TT toiminnan valmistelu (F-18 -FDG)					
Posiitin laadunvarmistus Cs-137:llä					
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posiit)					
F-18 -FDG -injektio Iridellä					
F-18 -FDG:n annostelu (käsini)					
F-18 -FDG:n injektio (käsini)					
Muu potilastyö, avustaminen					
Posiitin käyttöongelmien selvittely					
Ga-68-radiolääkkeen valmistus					
Ga-68-synteesi					
Ga-68-laatu					
Ga-68-ylipitoisuusmittaus + Ga-68 -mittaus 1.					
Ga-68 -mittaus 2.					
Ga-68 injektio (käsini)					
Muu työ Ga-68-valmistukseen liittyen					
Radiofarmasiatyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto +Moly-testi					
Tc-99m-generaattorin eluointi					
Radiolääkkeiden annostelu (i-123)					
Radiolääkkeiden valmistus ja annostelu (Tc-99m)					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Muu työ					
Pistohuonetyö					
Radiolääkeinjektiot (Tc-99m)					
Radiolääkeinjektiot (i-123)					
Radiojodihoidot					
Laadunvarmistus					
Tc-99m-generaattorin vaihto					
Radiolääkepakettien purku ja varastointi					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Soluleimaustyö					
Leukosyyttileimaus (Tc-99m)					
Muut soluleimaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpiste					
Radiolääkeinjektiot (Tc-99m)			X	X	
Technegas (Tc-99m)			X	X	
Potilaan kuvaus Tc-99m	X	X	X	X	
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -levy	X				
Potilaan kuvaus I-123					
Potilaan kuvaus I-123+ Tc-99m					
Potilaan kuvaus I-131					
Potilaan kuvaus _____ (muu isotooppi)					
Muu työ ko. työpisteessä (laadunvarm.)	X		X	X	
LUUTM					
RTG-työskentely					

Työntekijän tai opiskelijan nimi:					
Merkitse jokainen työtehtävä ruksilla päiväkohtaisesti.					
HUOM! Merkitse myös DIS-dosimetrin lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	PVM 9.12.	PVM 10.12.	PVM 11.12.	PVM 12.12.	PVM 13.12.
DIS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	1				
DIS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	53 pSv	53 pSv	53 pSv	61 pSv	62 pSv
Pinta-annos	0,05 mSv	0,04 mSv	0,04 mSv	0,05 mSv	0,04 mSv
Radiofarmasia					
Soluleimaus					
Pistohuone					
Symbia 2 -h					
Symbia 5 -h					
PET-hoitaja				X	
PET-potilashoitaja	X		X		X
PET-TT toiminnan valmistelu (F-18 -FDG)					
Posiitin laadunvarmistus Cs-137:lla				X	
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posiit)				X	
F-18 -FDG -injektioinjektio POSIJECT				X	
F-18 -FDG:n annostelu (käsini)					
F-18 -FDG:n injektio (käsini)					
Muu potilastyö, avustaminen				X	
Posiitin käyttöongelmien selvittely					
Ga-68-radiolääkkeen valmistus					
Ga-68-synteesi					
Ga-68-laatu					
Ga-68-yläpitoeluoinnit + Ga-68 -mittaus 1.					
Ga-68 -mittaus 2.					
Ga-68 injisointi (käsini)					
Muu työ Ga-68-valmistukseen liittyen					
Radiofarmasiatyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto +Moly-testi					
Tc-99m-generaattorin eluointi					
Radiolääkkeiden annostelu (i-123)					
Radiolääkkeiden valmistus ja annostelu (Tc-99m)					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Muu työ					
Pistohuonetyö					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)					
Radiolääkeinjektio (i-123)					
Radiolääkeinjektio					
Laadunvarmistus					
Tc-99m-generaattorin vaihto					
Radiolääkepakkettien purku ja varastointi					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Soluleimaukset					
Leukosyyttileimaus (Tc-99m)					
Muut soluleimaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpiste					
Radiolääkeinjektio (Tc-99m)					
Techneqas (Tc-99m)					
Potilaan kuvaus Tc-99m					
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -levy					
Potilaan kuvaus i-123					
Potilaan kuvaus i-123+ Tc-99m					
Potilaan kuvaus i-131					
Potilaan kuvaus _____ (muu isotooppi)					
Muu työ ko. työpisteessä (laadunvarm.)					
LUUTM	X	X	X		X
RTG-työskentely					

OPISKELIJA 2: TYÖPISTEIDEN JA ANNOTEN KIRJANPITO

LIITE 4

Työntekijän tai opiskelijan nimi:					
Merkitse jokainen työtehtävä ruksilla päiväkohtaisesti.					
HUOM! Merkitse myös DIS-dosimetrin lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	PVM	PVM	PVM	PVM	PVM
DIS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	18.11	19.11	20.11	21.11	22.11
DIS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	7 uSv	6 uSv	9 uSv	10 uSv	10 uSv
Pinta-annos	0,00 mSv	0,01 mSv	0,02 mSv	0,01 mSv	0,01 mSv
Radiofarmasia					
Soluleimaus					
Pistohuone					
Symbia 2 -h					
Symbia 5 -h	x	x	x	x	
PET-hoitaja					
PET-potilashoitaja					
PET-TT toiminnan valmistelu (F-18 -FDG)					
Posiitin laadunvarmistus Cs-137:llä					
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posiit)					
F-18 -FDG -injektio iireillä					
F-18 -FDG:n annostelu (käsini)					
F-18 -FDG:n injektio (käsini)					
Muu potilastyö, avustaminen					
Posiitin käyttöongelmien selvittely					
Ga-68-radiolääkkeen valmistus					
Ga-68-synteesi					
Ga-68-laatu					
Ga-68-yläpitoeluoinnit + Ga-68 -mittaus 1.					
Ga-68 -mittaus 2.					
Ga-68 injisointi (käsini)					
Muu työ Ga-68-valmistukseen liittyen					
Radiofarmasiatyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto +Moly-testi					
Tc-99m-generaattorin eluointi					
Radiolääkkeiden annostelu (i-123)					
Radiolääkkeiden valmistus (ja annostelu) (Tc-99m)					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Muu työ					
Pistohuonetyö					
Radiolääkeinjektiot (Tc-99m)					
Radiolääkeinjektiot (i-123)					
Radiojodihoidot					
Laadunvarmistus					
Tc-99m-generaattorin vaihto					
Radiolääkepakettien purku ja varastointi					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Soluleimautus					
Leukosyyttileimaus (Tc-99m)					
Muut soluleimaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpaiste					
Radiolääkeinjektiot (Tc-99m)					
Technegas (Tc-99m)					
Potilaan kuvaus Tc-99m	x	x	x	x	
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -levy	x			x	
Potilaan kuvaus i-123			x		
Potilaan kuvaus i-123+ Tc-99m					
Potilaan kuvaus i-131					
Potilaan kuvaus (muu isotooppi)				x i-131	
Muu työ ko. työpaisteissa (laadunvarm.)		x	x		
LUUTM					x
RTG-työskentely					

Työntekijän tai opiskelijan nimi:					
Merkitse jokainen työtehtävä ruksilla päiväkohtaisesti.					
HUOM! Merkitse myös DIS-dosimetin lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	PVM	PVM	PVM	PVM	PVM
DIS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	23.11	24.11	27.11	28.11	29.11
DIS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	13 uSv	15 uSv	14 uSv	32 uSv	33 uSv
Pinta-annos	0,00 mSv	0,01 mSv	0,02 mSv	0,03 mSv	0,04 mSv
Radiofarmasia					
Soluleimaus					
Pistohuone					
Symbia 2 -h	X	X			
Symbia 5 -h					
PET-hoitaja				X	X
PET-potilashoitaja					
PET-TT toiminnan valmistelu (F-18 -FDG)					
Posiitin laadunvarmistus Cs-137:lla				X	
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posiitit)				X	X
F-18 -FDG -injektio (ridelift)				X	X
F-18 -FDG:n annostelu (käsin)					
F-18 -FDG:n injektio (käsin)					
Muu potilastyö, avustaminen				X	
Posiitin käyttöongelmien selvittely					
Ga-68-radiolääkkeen valmistus					
Ga-68-synteesi					
Ga-68-laatu					
Ga-68-yläpitoeluoinnit + Ga-68 -mittaus 1.					
Ga-68 -mittaus 2.					
Ga-68 injektio (käsin)					
Muu työ Ga-68-valmistukseen liittyen					
Radiofarmasiatyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto + Moly-testi					
Tc-99m-generaattorin eluointi					
Radiolääkkeiden annostelu (i-123)					
Radiolääkkeiden valmistus ja annostelu (Tc-99m)					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Muu työ					
Pistohuonetyö					
Radiolääkeinjektiot (Tc-99m)					
Radiolääkeinjektiot (i-123)					
Radiojodihoidot					
Laadunvarmistus					
Tc-99m-generaattorin vaihto					
Radiolääkepakettien purku ja varastointi					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Soluleimaustyö					
Leukosyyttileimaus (Tc-99m)					
Muut soluleimaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpiste					
Radiolääkeinjektiot (Tc-99m)					
Technegas (Tc-99m)					
Potilaan kuvaus Tc-99m	X	X			
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -levy		X			
Potilaan kuvaus i-123					
Potilaan kuvaus i-123+ Tc-99m					
Potilaan kuvaus i-131	X				
Potilaan kuvaus (muu isotooppi)					
Muu työ ko. työpisteessä (laadunvarm.)	X				
LUUTM			X		
RTG-työskentely					

Työntekijän tai opiskelijan nimi:					
Merkitse jokainen työtehtävä rukoilla päiväkohtaisesti.					
HUOM! Merkitse myös DIS-dosimetrin lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	PVM	PVM	PVM	PVM	PVM
DIS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	2.12	3.12	4.12	5.12	
DIS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	39 μ Sv	44 μ Sv	45 μ Sv	50 μ Sv	
Pinta-annos	0,04 μ Sv	0,04 μ Sv	0,04 μ Sv	0,03 μ Sv	
Radiofarmasia					
Soluleimaus					
Pistohuone					
Symbia 2 -h					
Symbia 5 -h	X	X	X	X	
PET-hoitaja					
PET-potilashoitaja					
PET-TT toiminnan valmistelut (F-18 -FDG)					
Posjetin laadunvarmistus Cs-137:lla					
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posjet)					
F-18 -FDG -injektio Iridella					
F-18 -FDG:n annostelu (käsini)					
F-18 -FDG:n injektio (käsini)					
Muu potilastyö, avustaminen					
Posjetin käyttöongelmien selvittely					
Ga-68-radiolääkkeen valmistus					
Ga-68-synteesi					
Ga-68-laatu					
Ga-68-yläpitoeluoinnit + Ge-68 -mittaus 1.					
Ge-68 -mittaus 2.					
Ga-68 injisointi (käsini)					
Muu työ Ga-68-valmistukseen liittyen					
Radiofarmasiatyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto +Moly-testi					
Tc-99m-generaattorin eluointi					
Radiolääkkeiden annostelu (i-123)					
Radiolääkkeiden valmistus ja annostelu (Tc-99m)					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Muu työ					
Pistohuonetyö					
Radiolääkeinjektiot (Tc-99m)					
Radiolääkeinjektiot (i-123)					
Radiojodihoidot					
Laadunvarmistus					
Tc-99m-generaattorin vaihto					
Radiolääkepakkettien purku ja varastointi					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Soluleimaustyö					
Leukosyyttileimaus (Tc-99m)					
Muut soluleimaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpaiste					
Radiolääkeinjektiot (Tc-99m)			X	X	
Technegas (Tc-99m)			X	X	
Potilaan kuvaus Tc-99m	X	X	X	X	
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -levy	X				
Potilaan kuvaus i-123					
Potilaan kuvaus i-123+ Tc-99m					
Potilaan kuvaus i-131					
Potilaan kuvaus (muu isotooppi)					
Muu työ ko. työpaikassa (laadunvarm.)	X	X	X	X	
LUUTM					
RTG-työskentely					

Työntekijän tai opiskelijan nimi:					
Merkittä jokainen työtehtävä ruksilla päiväkohtaisesti.					
HUOM! Merkittä myös DS-dosimetin lukema aloituspäivän aamuna ja aina päivän päätteeksi.					
	PVM	PVM	PVM	PVM	PVM
DS-annosmittarin lukema aloitus päivä 18.11.2019	18.11.2019	19.11.2019	19.11.2019	19.11.2019	20.11.2019
DS-annosmittarin lukema työpäivän päätteeksi: Syväannos	0,12 mSv	0,12 mSv	0,12 mSv	0,12 mSv	0,12 mSv
Pinta-annos	0,07 mSv	0,07 mSv	0,07 mSv	0,07 mSv	0,07 mSv
Radiofarmasia					
Soluleimaus					
Pistohuone					
Symbia 2 -h					
Symbia 5 -h					
PET-hoitaja					
PET-potilashoitaja					
PET-TT toiminnan valmistelu (F-18 -FDG)					
Posiitin laadunvarmistus Cs-137:lla					
F-18 -FDG:n käyttökuntoon saattaminen (Posiit)					
F-18 -FDG -injektio Iridella					
F-18 -FDG:n annostelu (käsini)					
F-18 -FDG:n injektio (käsini)					
Muu potilastyö, avustaminen					
Posiitin käyttöongelmien selvittely					
Ga-68-radionuklidin valmistus					
Ga-68-synteesi					
Ga-68-laatu					
Ga-68-yliannosteluohjeet + Ga-68 -mittaus 1.					
Ga-68 -mittaus 2.					
Ga-68 injektio (käsini)					
Muu työ Ga-68-valmistukseen liittyen					
Radiofarmasiatyö					
Tc-99m-generaattorin vaihto +Moly-testi					
Tc-99m-generaattorin eluointi					
Radionuklidin annostelu (i-123)					
Radionuklidin valmistus ja annostelu (Tc-99m)					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Muu työ					
Pistohuonetyö					
Radionuklidin injektio (Tc-99m)					
Radionuklidin injektio (i-123)					
Radiojodihoidot					
Laadunvarmistus					
Tc-99m-generaattorin vaihto					
Radionuklidipakettien purku ja varastointi					
Radioakt. jätteiden käsittely					
Soluleimaustyö					
Leukosyyttileimaus (Tc-99m)					
Muut soluleimaukset					
Gammakamera/SPECT-TT-työpaikka					
Radionuklidin injektio (Tc-99m)					
Technegas (Tc-99m)					
Potilaan kuvaus Tc-99m					
Potilaan kuvaus Tc-99m+ Co-57 -levey					
Potilaan kuvaus i-123					
Potilaan kuvaus i-123+ Tc-99m					
Potilaan kuvaus i-131					
Potilaan kuvaus _____ (muu isotooppi)					
Muu työ ko. työpaikalla (laadunvarm.)					
LUUTM					
RTG-työskentely					

DS-
OPISKI



DIS-dosimetrin käyttö

1. Kuinka miellyttäväksi koit DIS-dosimetrin käytössä seuraavat asiat? (1= ei yhtään, 3= en osaa sanoa, 5= erittäin paljon)

	1	2	3	4	5
Koitko mittausjakson sopivan pituiseksi?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kuinka helpoksi koit dosimetrin luennan laitteella?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Onko annosseuranta mielestäsi helpottunut?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kuinka hyödylliseksi koet reaaliaikaisemman annosseurannan?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oletko tyytyväinen DIS-dosimetrin ominaisuuksiin?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Kerro omin sanoin DIS-dosimetrin käyttökokemuksistasi.
